



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID

FACULTÉ DE TECHNOLOGIES

Département de Génie Électrique et Électronique

Mémoire du projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Electronique Biomédicale

Option : Signaux et images en médecine



THEME:

**ETUDE ET REALISATION D'UNE PLATE FORME
DEDIEE A LA PRATIQUE TELERADIOLOGIQUE**

Encadré par: M^r le Professeur BENABDALLAH Mohamed

Présenté par: M^{ELLE} CHAA AMINA

Soutenu le : 01/07/2012

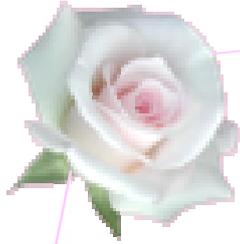
Devant le jury composé de :

M^r. BESSAID A. Professeur à l'UABB..... Président

M^r. BECHAR H. MAA à l'UABB Examineur

M^r. MERZOUGUI R. MAA à l'UABB Examineur

Promotion 2011-2012



REMERCIEMENTS

*Je Remercie avant tout Dieu le tout puissant de m'avoir donné
Courage, volonté et santé Pour effectuer ce travail.*

*Mes vifs remerciements vont en premier lieu à
Monsieur le Professeur **BENABDELLAH Mohamed**
Pour avoir bien voulu m'encadrer dans l'élaboration de mon
Projet de fin d'étude relatif au Master2 en signaux et images médicales.
Puisse t'il trouver dans ce travail un gage de reconnaissance pour
M'avoir fait profiter de sa grande expérience en télémédecine
En lui expriment tous nos respects.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous les enseignants
Qui ont contribué à notre formation.
Que Monsieur le professeur **BESSAID A** veuille bien accepter l'expression
De ma reconnaissance pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.
Toute ma gratitude va également à Monsieur **BECHAR H**
Pour avoir bien voulu faire partie du jury.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements A Monsieur **MERZOUGUI R**
De m'avoir accepté de participer à ce jury.
Sans jamais oublier de remercier Dr. **BADIR BENKRELI FA Lahouaria**
Pour son aide et ses conseils.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin a la réalisation
De ce mémoire Je tiens de veur dire Merci.*

DEDICACES

A celui qui fut le plus brave des hommes, m'ouvrant ses bras dans les sombres moments et m'aidant à aller de l'avant vers le meilleur, et qui m'a tant soutenu moralement et matériellement

Mon père

A celui qui attend mon retour à chaque coucher du soleil

A celle qui m'a comblée d'affection, d'amour et de tendresse, et qui a veillé à côté de mon berceau pour consoler mes cris de douleurs, et qui n'a jamais cessé de le faire **Ma mère**

A mes très chères sœurs.

A tous ceux qui m'estiment et me portent dans leur cœur.

TABLE DES MATIERES

Pages :

INTRODUCTION GENERALE	01
-----------------------------	----

CHAPITRE I : ASPECTS GENERAUX SUR LA TELEMEDECINE

I- INTRODUCTION	03
I.1 Définition de la télémédecine.....	03
I.2 Chaîne télémedicale	03
I.3 les domaines d'applications de la télémédecine	05
II- LES RESEAUX DE COMMUNICATION	07
II.1 Classification des réseaux.....	08
II.2 Topologie des réseaux.....	08
III- RESEAU ET TECHNIQUE HAUTS DEBITS.....	10
III.1 Technologie xDSL	10
1. Présentation.....	10
2. Les familles xDSL	11
3. Les différentes technologies xDSL	12
III.2 Technologies ADSL	13
1. Fonctionnement L'ADSL.....	14
2. Les Techniques de modulation	16
IV- LES RESEAUX D'IMAGERIE MEDICALE.....	26
IV.1 les systèmes d'information médicale	26
1. Le RIS	26
2. Le PACS	27
Conclusion.....	27

CHAPITRE II : IMPLEMENTATION SOFTWARES

D 'APPLICATION DEDIEE À LA PRATIQUE DE TELERADIOLOGIE

I- INTRODUCTION	28
I.1 Etat de la téléradiologie	28
I.2 La chaîne de téléradiologie	29
II- APPLICATION POUR LA CAPTURE VIDEO	36
II. 1 Introduction au DLL	36
II.2 Fonctionnement d'un fichier DLL	36
II.3 Le rôle des DLL	37
II.4 Introduction au API	38
II.5 Les appels de l'API	38
II.6 Utilisation video for Windows.....	40
III- APPLICATION DEDIEE A LA COMPRESSION D'IMAGE BMP2JPG	41
III.1 Principe de la compression	41
III.2 Les méthodes de compression	42
III.3 La compression non-conservatrice : la norme JPEG	43
III.4 Mesure de performance	49
III.5 Résultats expérimentés	50
IV- APPLICATION DEDIEE A LA GESTION D'UNE BASE DE DONNES	51
IV.1 Définition d'une base de données	51
IV.2 Le Système de Gestion de Bases de Données	52
IV.3 La base de données sous Access	53
IV.4 La base de données sous Visual Basic	54
Conclusion.....	57

CHAPITRE III : MISE EN ŒUVRE DU LOGICIEL DICOM WORKS

I- Introduction.....	58
II- Définition du DICOM	59
III- La constitution d'un fichier DICOM	59
IV- Principes du SOP	60
V- Organisation des données dans un fichier DICOM	61
VI- Transformation DICOM des images	62
VII- Interface du logiciel DICOM Works	62
VII- Traitement d'image par DICOM	64
XI- Transfert des images DICOM	65
Conclusion	67

CHAPITRE VI : LA TRANSMISSION DES DONNEES

I- Introduction	68
I.1 Les modèles de références	68
I.2 Le modèle OSI	68
I.3 La terminologie TCP/IP	69
1. Le protocole TCP	70
2. Le protocole IP	70
3. L'adresse IP	70
I.4 Les modèles OSI et TCP/IP	71
I.5 Les protocoles TCP & UDP	72
I.7 Le protocole FTP	72
II- INTERFACE UTILISATEUR	73
II. 1 Le composant Winsock en VB	73
II.2 Construction d'un client/ serveur TCP /IP.....	73
II.3 Construction d'un client serveur FTP	74
Conclusion	75

CHAPITRE V : PRESENTATION DES RESULTATS DE LA PLATE FORME TELERADIOLOGIQUE

1. Numérisation de clichés d'images radiographiques négatoscopes	76
2. La capture vidéo	76
3. La compression d'image BMP2JPG	77
4. La compression d'image BMP2JPG avec redimensionnement	78
5. La compression d'image BMP2BMP avec redimensionnement	78
6. Appel au logiciel DICOM	79
7. Création de la base de données Access	79
8. Réalisation d'une interface d'accès a la base de données	81
9. Saisis des informations du patient et la sauvegarde des informations dans la base de données	82
10. Appel à la base de données	82
11. Transfert de fichiers au moyen de l'architecture client /serveur.	83
CONCLUSION GENERALE	84
Table des figures	85
Bibliographie	87
Résumé	89

INTRODUCTION GENERALE

L'impact des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sur la médecine et la chirurgie est certainement remarquable.

En effet, depuis plus d'une décennie le monde médical vit une véritable révolution dans les méthodes diagnostiques, thérapeutiques et pronostiques, cette révolution est due aux TIC conduisant à une nouvelle pratique appelée la télémédecine, Cette terminologie désigne l'utilisation des TIC pour permettre l'accès et la prestation des soins à distance, recueillir, organiser et partager les informations médicales requises afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic, un traitement ou un pronostic.

La plupart des spécialités médicales sont concernées mais c'est l'imagerie médicale qui constitue le domaine de prédilection des TIC, car elle est la plus grande pourvoyeuse de données numériques (par l'utilisation de l'échographie, de la tomodensitométrie, de l'imagerie par résonance magnétique, de la mammographie ou l'angiographie digitalisée, etc.).

Les images radiologiques sont plus facilement utilisables pour une télé-expertise c'est à dire, pour l'envoi des images radiologiques à distance en vue de poser un diagnostic ou d'orienter une prise en charge. Cette procédure définit le principe de la téléradiologie.

En effet, la téléradiologie désigne la transmission électronique des images radiologiques d'un endroit à un autre dans un but d'interprétation et/ou de consultation, Cette nouvelle méthode radiologique a révolutionnée les méthodes de production, de traitement et de stockage des données a suscité bien des intérêts dans le monde aussi bien dans le domaine médical, que juridique et économique.

Dans le cadre de notre mémoire nous prenons en charge l'implémentation d'une plate forme Téléradiologique.

Le présent mémoire est structuré en cinq chapitres. Le premier chapitre comprend une étude générale sur les aspects de la télémédecine suivi d'un second chapitre donnant lieu à une revue générale sur l'état de la téléradiologie en insistant particulièrement sur les maillons et la fiabilité et l'acceptabilité de la téléradiologie, ainsi que les différentes applications réalisées dans le cadre de la téléradiologie en passant par la saisie et le transfert textuel, la capture , transfert et la compression des images médicales toutes ces applications ont été implémentées sous environnement Visual Basic.

Dans le troisième chapitre on fait appel au logiciel DICOM à partir d'une plateforme en vue d'une éventuelle dicomisation des images BMP ou JPEG.

Un quatrième chapitre est inclus dans notre projet afin d'effectuer une étude spécialisée sur le transfert des données sous protocole TCP /IP, en utilisant l'architecture Client Serveur Mettant à contribution le composant winsock de Visual Basic qui fait appel aux API du système d'exploitation Windows.

En terminant par le cinquième chapitre mettant en œuvre toute les applications réalisées au cours de notre mémoire.

CHAPITRE I :

Aspects généraux sur la télémédecine

I. INTRODUCTION

L'émergence des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) et l'essor de ces dernières dans le domaine de la médecine ont permis la naissance de la télémédecine. Cette activité médicale a donné lieu à des nouvelles formes de consultation et le diagnostic. Les technologies de l'information et de la communication ont maintenant des conséquences majeures dans la pratique médicale dans nos jours. Pour cela on va présenter dans ce chapitre une description détaillée sur la télémédecine dans son ensemble.

I.1 Définition de la télémédecine :

La télémédecine c'est l'exercice de la médecine à distance au moyen des outils de télécommunications et des technologies de l'information pour permettre l'accès et la prestation des soins à distance, recueillir, organiser et partager les informations cliniques requises afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic et d'établir un traitement .

Elle permet donc de mieux gérer les pénuries de personnels médicaux et d'apporter à la population un accès à un service public de qualité indépendamment de la localisation géographique.

I.2 La Chaîne Télémédicale :

Le système de la transmission numérique des données en médecine comprend tout une chaîne qui est schématisé dans la figure ci-dessous :

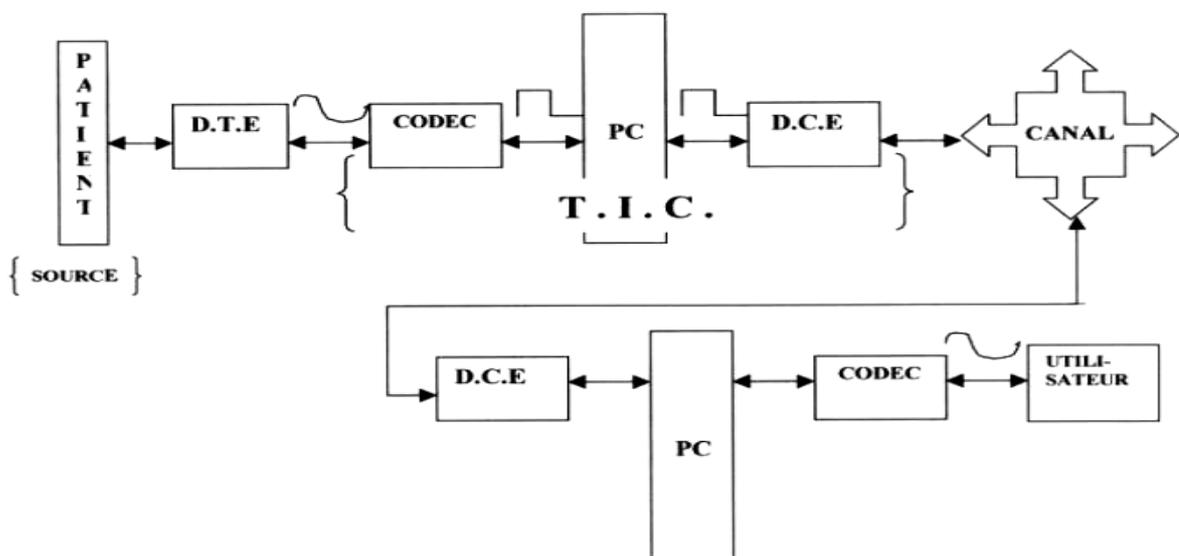


Fig. I.1 La chaîne télémédicale

Le patient : qui est la source d'information médicale

D.T.E: (Data .Terminal. Equipment)

Chargé de prélever sur le corps humain l'information médicale et selon la nature de cette dernière dans le sens homme machine les D.T.E peut être :

Unidimensionnelle : Mettant en jeux des capteurs qui transformant les grandeurs physiologique en une grandeur électrique représentative d'une activité physiologique (ECG, activité hémodynamique cardiaque)

Bidimensionnelle : Mettant en jeux les différents rayonnements du spectre électromagnétique (radio fréquence, ultrasonore, infrarouge, rayon X..) et l'interaction avec le liquide et les tissus biologiques pour la reconstruction des images médicales.

Tridimensionnelle : Mettant en jeu une cameras a l'intérieur ou a l'extérieur du corps humain. Donnant l'exemple de la fibroscopie ou ont introduit un tube souple équipé d'une fibre optique et une camera à l'intérieur du corps par voie oral .en revanche pour la fluoroscopie utilisé dans le cathétérisme cardiaque, Cette appareil est équipé d'une cameras externe et au fur et à mesure le spécialiste introduit le cathéter dans le corps du patient en regardant l'image vidéo capté par la cameras qui est fichée sur le moniteur.

COdeur/DECodeur:

Chargé de la transition de l'information médicale vers le pc locale.

Pc Locale:

Chargé de présenter l'information médicale au praticien de la médecine et de stoker ces informations dans un système d'archivage et d'enverger une plate de forme de traitement numérique et le transfert de l'information via un protocole de communication.

D.C.E: (Data. Communication .Equipment)

Chargé d'adapter le signal informationnel au canal de transmission et de transférer les données médicales vers les terminaux distants (Pc Distant) via le canal de transmission au moyen des techniques hauts débits à titre d'exemple réseau RTC dopé ADSL.

I.3 les domaines d'applications de la télémédecine :

La télémédecine permet d'apporter des services de soins, la ou la distance est un facteur critique par des professionnels utilisant Les technologies de l'information et de la communication. Ses domaines d'activité sont multiples : La consultation, le diagnostic, la prescription des soins, la surveillance thérapeutique, le transfert des données médicales, la recherche médicale, la formation continue.

Les principaux domaines d'applications de la télémédecine sont :

Téléradiologie	Télé chirurgie
Téléconsultation	Téléassistance
Télédiagnostic	Télé-pathologie
Télésurveillance	Télé expertise
La télé présence	Téléformation
Téléconférence	Télé-dermatologie

La téléconsultation :

Est un acte médical réalisé en présence du patient, celui-ci dialoguant avec le médecin télé consultant sans interaction physique directe, via un système de télécommunication. C'est le procédé d'une consultation médicale à distance.

On distingue deux types de téléconsultation :

La téléconsultation de types I : un patient consulte un médecin par un réseau de communication interposé. la transmission peut se faire sur un mode synchrone (visioconférence) ou asynchrone (messagerie).

La téléconsultation de type II : le médecin sollicite un avis de diagnostic (télédiagnostic) Et/ou thérapeutique (télé expertise) auprès d'un autre praticien à distance.

Le télédiagnostic :

Il s'agit de l'évaluation de l'état d'un patient, ou des données concernant un patient, sans interaction physique directe, via un système de télécommunication.

La télé expertise :

Consiste, pour un professionnel de santé, à faire appel à l'expertise d'une ou plusieurs autres équipes médicales. Celles-ci donneront leur avis, en vue d'établir un diagnostic, une thérapeutique sur la base de données clinique, biologiques ou radiologiques en dehors de la présence du patient.

La téléassistance :

La Téléassistance est un soutien à domicile, qui permet de sauver des vies, et contribue à préserver l'autonomie des personnes en évitant les complications dues à de nombreux accidents (chutes, malaises, etc.). Elle permet d'améliorer le sentiment de sécurité, de rompre l'isolement et la solitude.

La télésurveillance :

La télésurveillance consiste à établir un système de surveillance à distance d'un patient par un professionnel de santé. Cette surveillance repose essentiellement sur la modernisation du monitoring (c'est-à-dire de l'analyse en continu des paramètres médicaux du patient de toute nature : respiratoires, cardiaques, etc....) en recourant à une technologie de télécommunication.

Cette technique s'inscrit tout particulièrement dans le développement des hospitalisations à distance, c'est-à-dire dans le cas où le patient est suivi médicalement dans un établissement de santé géographiquement éloigné de l'hôpital de référence, en particulier dans les cas de personnes souffrant de maladies chroniques.

La télésurveillance intervient ici comme facteur de sécurité, de qualité et renforce la conception des prises en charge à distance.

La télé chirurgie :

La télé chirurgie inclut deux aspects : l'assistance chirurgicale réalisée à distance par un médecin expert qui guide un autre expert au cours d'une intervention ou une chirurgie à distance assistée par ordinateur et robot. Ces deux types de chirurgie nécessitent la transmission en temps réel des images du patient.

La téléformation :

Cette application regroupe en fait deux types d'utilisation des TIC par les facteurs de santé mais qui ont le même but : diffuser un contenu pédagogique par le biais des télécommunications.

Se former consiste à utiliser la télémédecine dans le cadre de formation médicale. Cette application prend la forme des supports classiques de la formation médicale continue sur des plates formes de téléenseignement (tests, cas cliniques, cours magistraux, etc....) par des systèmes de visioconférence (technique de transmission de données vocales, informatiques, de signaux informatiques organisés utilisés pour la tenue de réunions ou de conférences à distance).

II. LES RESEAUX DE COMMUNICATION

La nécessité de donner un accès aux informations et aux ressources à des nombreux utilisateurs sur des ordinateurs rend une mise en réseau pratiquement indispensable dans la plupart des environnements professionnels.

La connexion entre les ordinateurs peut s'effectuer à l'aide des liens permanents comme des câbles, mais aussi faire appel à des réseaux de télécommunications publics, comme le réseau téléphonique. De ce fait, les dimensions de ces réseaux informatiques sont très variées, depuis les réseaux locaux, reliant quelques éléments dans un même bâtiment, jusqu'aux ensembles d'ordinateurs disséminés sur une zone géographique importante. Quelle que soit leur étendue, les réseaux informatiques permettent aux utilisateurs de communiquer entre eux et de transférer des informations. Ces transmissions de données peuvent concerner l'échange de messages entre utilisateurs, l'accès à distance à des bases de données ou encore le partage de fichiers.

Toute expérimentation de réseau de télémédecine devrait, de ce fait, bénéficier, d'une part, des effets d'expérience de la diffusion des réseaux en santé, et, d'autre part, des apports théoriques du concept de réseau.

Cette forme de télémédecine concerne la communication, le partage et la gestion de l'information médicale entre acteurs de soins distants mais participant aux mêmes prises en charge.

II.1 Classification des réseaux :

Un réseau informatique (computer network) est un système de communication qui permet d'interconnecter un ensemble d'ordinateurs, via des lignes physiques (câble, fibre optique,...) ou des ondes hertziennes dans le but d'échanger des données numériques.

Lorsqu'on parle de réseau informatique, on distingue différents types de réseaux.

On fait généralement trois catégories de réseaux :

- ✓ **Les réseaux locaux (LAN: Local Area Network)** : sont généralement circonscrit à un bâtiment ou a un groupe de bâtiment pas trop éloigné les uns au autres.
- ✓ **Les réseaux (MAN : Metropolitan Area Network)** : ce type de réseau regroupe un nombre de réseaux locaux au niveau d'une ville ou d'une région.
- ✓ **Les réseaux (WAN : Wide Area Network)** : ce type de réseau permet l'interconnexion de réseaux locaux et métropolitains à l'échelle planétaire, pays, région ou une ville.

II.2 Topologie des réseaux :

Un réseau informatique échange les informations entre les ordinateurs grâce à un ensemble de matériel. Ces dispositifs matériels mis en œuvre ne sont pas suffisants à l'utilisation du réseau local. En effet, il est nécessaire de définir une méthode d'accès standard entre les ordinateurs, afin que ceux-ci connaissent la manière de laquelle les ordinateurs échangent les informations, notamment dans le cas où plus de deux ordinateurs se partagent le support physique. Cette méthode d'accès est appelée topologie logique.

La façon par laquelle les ordinateurs sont interconnectés physiquement est appelée topologie physique.

Les topologies physiques basiques sont :

- la topologie en bus
- la topologie en étoile
- la topologie en anneau

1. Topologie en bus :

Dans une topologie en bus, toutes les machines, notamment ordinateurs sont reliées à un même médium de transmission par l'intermédiaire d'un câble. Le mot bus désigne le tronc physique qui relie les nœuds.

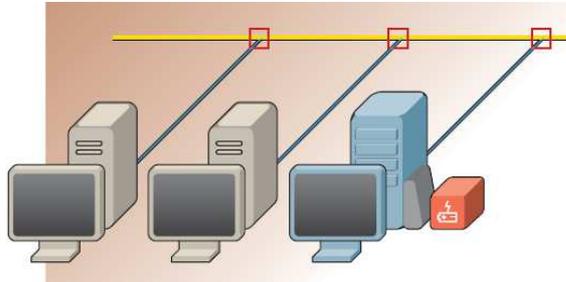


Fig. I.2 Topologie en bus

2. Topologie en anneau :

Dans la topologie en anneau (ring), les éléments se communiquent alternativement sur un anneau.

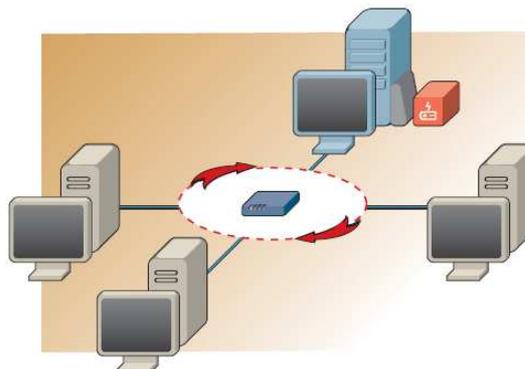


Fig. I.3 Topologie en anneau

3. Topologie en étoile :

Dans une topologie en étoile (star), tous les nœuds sont reliés à un équipement appelé concentrateur (hub) ou commutateur (Switch). Cet équipement assure la communication entre tous les éléments interconnectés.

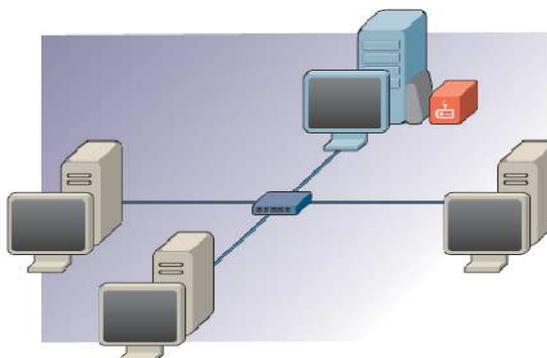


Fig. I.4 Topologie en étoile

III. RESEAU ET TECHNIQUE HAUTS DEBITS

La connexion à Internet par modem RTC constitue un goulot d'étranglement important dans le circuit des données. La connexion se fait par la paire torsadée cuivrée, prévue au départ pour téléphoner.

La technique la plus usitée pour répondre à ce problème est l'ADSL qui est une technologie récente d'accès à Internet offrant les avantages de fournir un débit très correct et de laisser la ligne disponible pour une communication téléphonique.

Les nouvelles technologies xDSL se situent sur le créneau des réseaux à large débit. Il serait intéressant de situer ces termes dans leur contexte permettant ainsi de mieux comprendre l'engouement que suscitent ces technologies si prometteuses.

Un réseau est un système de partage de ressources distribuées. Il comprend un ensemble de liens et de nœuds reliés entre eux pour permettre à deux abonnés (au moins) d'établir une liaison pour communiquer entre eux. La périphérie du réseau est constituée de réseaux de commutateurs d'accès qui regroupent plusieurs abonnés, assurant également un rôle de multiplexeur.

Les nœuds internes du réseau commutent avec les communications d'un lien d'entrée vers un lien de sortie en fonction d'un critère d'acheminement. Ainsi un réseau utilise des techniques de multiplexage à sa périphérie et des techniques de commutation en interne. Le réseau de commutation peut être ainsi vu comme un lien composite virtuel. [1]

III.1 Technologie xDSL :

1. Présentation

Le terme **DSL** ou **xDSL** signifie Digital Subscriber Line (Ligne numérique d'abonné) regroupe l'ensemble des techniques de transmissions hauts débits mises en place pour effectuer un transport numérique de l'information sur une simple ligne de raccordement téléphonique. Une paire de cuivre offre une bande passante de 1Mhz, or seulement 4khz sont utilisés pour la transmission de la voix.

Les technologies xDSL exploitent cette bande passante supplémentaire pour créer ainsi deux voies de communications la voie descendante (VD) et la voie Montante (VM).

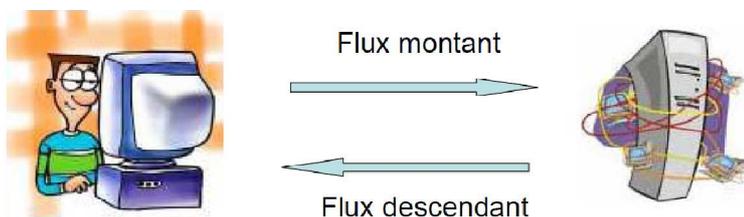
Les technologies xDSL reposent sur le concept de « super modems ». Ce sont des boîtiers, où sont couplés des modulateurs-démodulateurs à très hautes performances, placés aux extrémités d'une ligne en paires torsadés pour réaliser une ligne d'abonné numérique. [1]

Les familles xDSL :

Les technologies xDSL sont divisées en deux grandes familles, celle utilisant une transmission symétrique et celle utilisant une transmission asymétrique.

A) Les solutions symétriques

La connexion s'effectue à travers une paire torsadée avec un débit identique en flux montant comme en flux descendant.



B) Les solutions asymétriques :

En étudiant différents cas de figure, on s'est aperçu qu'il était possible de transmettre les données plus rapidement d'un central vers un utilisateur mais que lorsque l'utilisateur envoie des informations vers le central, ceux-ci sont plus sensibles aux bruits causés par des perturbations électromagnétiques (plus on se rapproche du central, plus la concentration de câble augmente donc ces derniers génèrent plus de diaphonie).

L'idée est donc d'utiliser un système asymétrique, en imposant un débit plus faible de l'abonné vers le central. [1]

2. Les différentes technologies xDSL :

L'xDSL regroupe tout ce qui permet de faire passer des flots de données à grande vitesse sur des simples lignes téléphoniques. Il en existe différentes variantes :

- **HDSL (High bit-rate DSL):**

Cette technologie est la première technique de transmission full duplex destinée à diviser le tronc numérique du réseau, T1 en Amérique et E1 en Europe sur 2 paires de fils pour T1 et 3 paires téléphoniques pour E1. Avec cette technique, il est possible d'atteindre un débit de 2Mbps dans les 2 sens sur trois paires torsadées et 1,5 Mbps dans les 2 sens sur deux paires torsadées. Il est possible que le débit, s'il est à 2 Mbps,

L'HDSL permet d'écouler le trafic de façon symétrique mais nécessite deux ou trois paires de cuivre. Il alloue la même largeur de bande dans le sens montant que dans le sens descendant. [2]

- **SDSL (Symmetric DSL or Single line DSL):**

Est une version monoligne de HDSL, mais plus limitée en distance (3,6km) et en débit 768kbps. Le SDSL est tout à fait adapté à la visioconférence, aux travaux en groupe sur réseaux LAN interconnectés et c'est une solution pour le remplacement des T1/E1. [2]

- **RADSL (Rate Adaptive DSL):**

La RADSL est une technique basée sur l'ADSL capable d'adapter le débit du modem à des vitesses de replis, lorsque la qualité de transmission de la ligne se détériore. La particularité de cette technique asymétrique est de mettre en œuvre des mécanismes de replis permettant l'adaptation du débit aux ratés physiques intervenue sur le canal.

RADSL permettrait des débits ascendants de 128kbps à 1Mbps et des débits descendants de 600kbps à 7Mbps, pour une longueur maximale de boucle locale de 5,4 km. [1], [2]

- **VDSL (Very High bit-rate DSL):**

VDSL est la plus rapide des technologies DSL et est basée sur le RADSL. Elle est capable de supporter, sur une simple paire torsadée, des débits de 13 à 55.2 Mbps en downstream et de 1,5 à 6 Mbps en upstream ou, si l'on veut en faire une connexion symétrique un débit de 34Mbps dans les 2 sens. Donc il faut noter que VDSL est utilisable en connexion asymétrique ou symétrique à haut débit sur une courte distance (jusqu'à 1,5 Km). [1]

On résume les différentes variantes technologies xdsl dans le tableau ci-dessous.

Technologies	Mode de Transmission	Débit downstream	Débit upstream	Distance maximale
HDSL	Symétrique	1,544 Mbits/s	1,544 Mbits/s	3,6 Km
SDSL	Symétrique	768 kbits/s	768 kbits/s	3,6 Km
ADSL	Asymétrique	512 kbits - 9 Mbits/s	16 kbits à 640 kbits/	5,4 Km
RADSL	Asymétrique	600 kbits - 7 Mbits/s	128 kbits - 1 Mbits/s	5,4 Km
VDSL	Asymétrique	13 Mbits - 53 Mbits/s	1,5 Mbits - 2,3Mbits/s	1,5 Km

Tab. I.1 Le tableau de synthèse

III.2 Technologies ADSL :

L'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) est une technique de communication qui permet d'utiliser une ligne téléphonique d'abonné pour transmettre et recevoir des signaux numériques à des débits élevés, de manière indépendante du téléphonique proprement dit (contrairement aux modems analogiques). Elle nécessite l'installation d'un filtre et d'un modem spécifique à chaque extrémité du réseau (central téléphonique, équipement abonné).

Cette technologie est massivement mise en œuvre par les fournisseurs d'accès à Internet pour le support des accès dits haut-débit. Autrement dit, Ce système permet de faire coexister sur une même ligne un canal descendant (downstream) de haut débit, et un canal montant (upstream) moyen débit ainsi qu'un canal de téléphonie (appelé POTS en télécommunication qui signifie : Plain Old Téléphone Service).

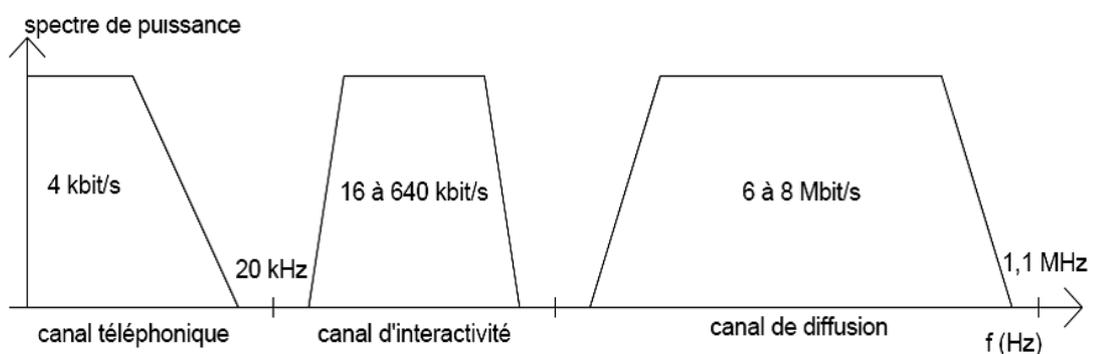


Fig. I.5 Les canaux ADSL

1. Fonctionnement L'ADSL :

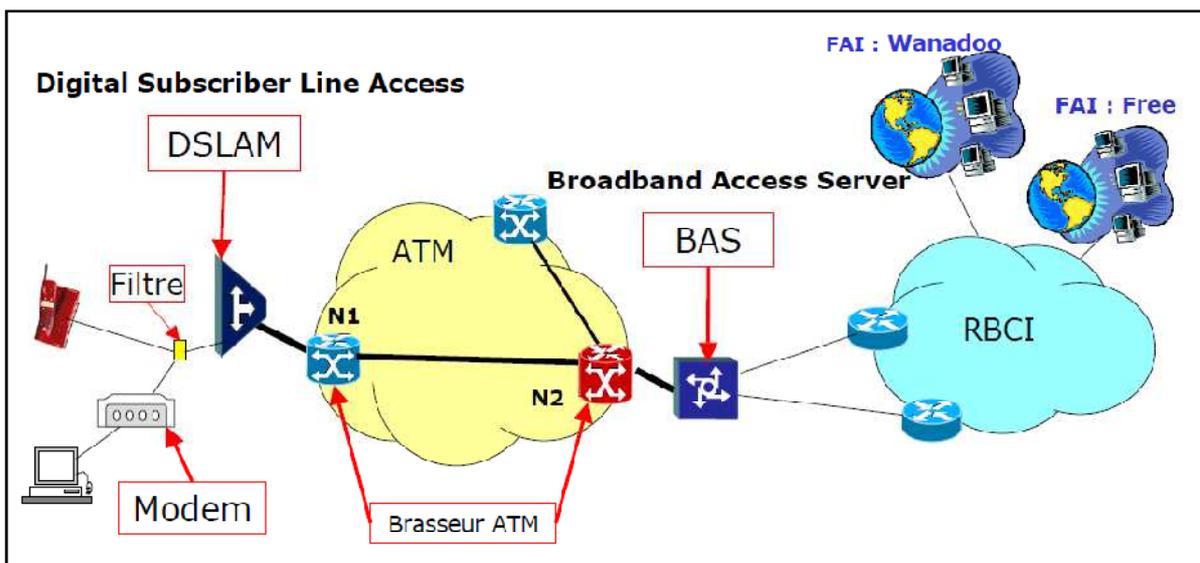


Fig. I.6 Représentation d'une Connexion Internet: les équipements de la chaîne ADSL

La figure ci-dessus schématise une connexion Internet, de l'ordinateur d'abonné jusqu'au fournisseur d'accès Internet. L'accès du client final au réseau Internet sollicite différents équipements et réseaux : le modem, le filtre, le DSLAM, le réseau de collecte, le BAS, le RBCI et le FAI.

LE FILTRE :

Du côté de l'abonné, le filtre fait la différence entre la voix et les données numériques. Il sépare la bande passante réservée au service téléphonique grâce à un filtre passe-bas (<4kHz) de la bande passante utilisée pour la transmission ADSL grâce à un filtre passe-haut (>25kHz). [9]

LE MODEM :

Le MODulateur-DEModulateur module un ensemble de signaux de fréquence appartenant à une plage 26-1100 kHz pour transporter les données "internet" sans interférer avec la bande de fréquence utilisée par la voie 0,3-3,4 kHz.

DSLAM :

Le DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) est l'équipement relié au client ADSL via la paire de cuivre ADSL. Il récupère les flux "voie" et "internet". Les flux "voie" sont aigüillés vers le RTC et les flux "IP" vers le BAS en empruntant le réseau de collecte, le réseau ATM. Le DSLAM est capable de traiter de 800 à 2500 clients simultanément. [5]

ATM :

Le réseau ATM (Asynchronous Transfer Mode) est une technologie de réseau permettant de transférer sur une même ligne des données et de la voix. ATM est le réseau de collecte de la chaîne ADSL. . Le terme asynchrone qualifie le mode de transfert des informations par opposition au RTC (Réseau Téléphonique Commuté) ou RNIS (Réseau Numérique à intégration de Services) qui sont des réseaux synchrones. En d'autres termes, cela signifie que dans un réseau ATM, la source et la destination ne sont pas synchronisées.

Concrètement, cela implique qu'en l'absence de trafic, il n'y a pas de données de synchronisation qui sont véhiculées sur le réseau. Cette technologie permet le transport et l'échange de données générées par des applications multimédia ou d'équipement tels que le téléphone, les ordinateurs, les caméras vidéo, etc. ATM est une technologie qui est utilisé dans les réseaux LAN, MAN, WAN. [5]

BAS :

Le BAS (Broadband Access Server) est l'équipement qui permet au client d'accéder à une large bande passante.

Il concentre le trafic remontant venant des DSLAM. Il est chargé de répartir les flux "internet" sur le réseau ATM en direction des DSLAM auxquels sont rattachés les clients. Il gère les connexions, l'allocation des adresses.

Du côté tronc IP, il analyse des paquets IP, et effectue le routage vers les fournisseurs d'accès via le Réseau Backbone de Collecte Interne (RBCI). Par ailleurs, le BAS est le point d'entrée vers les serveurs d'authentification, d'autorisation, de comptage et de taxation. [5]

RBCI :

Le Réseau Backbone Collecte Interne (RBCI) permet d'acheminer les flux IP venant du BAS vers le FAI via des routeurs Ceux-ci analysent l'en-tête des paquets inséré par le protocole IP (@ IP destination) afin de les aiguiller sur le port de sortie concerné. Le choix du port de sortie est réalisé par l'intermédiaire d'une table de routage. [5]

2. Les Techniques de modulation :

Les communications à haut débit utilisent un mode de transmission, bien plus efficace, mais qui nécessite d'adapter le signal à l'aide d'une modulation.

Les techniques de modulations doivent garantir une utilisation efficace de la bande de fréquences et permettre le transport de débits élevés sur grandes distances.

Ces techniques doivent également diminuer la sensibilité des signaux aux perturbations.

L'ADSL utilise plusieurs techniques de modulations, Citons quelques techniques :

DMT, FDM, CAP, MDA, QAM, PSK, MSK, QPSK ...

A) DMT (Discret Multi Tone)

DMT est une technique de modulation utilisée dans certaines technologies xDSL.

C'est une forme de modulation multi porteuse. Pour son application à l'ADSL, le spectre de fréquence compris entre 0 Hz et 1,104 MHz est divisé en 256 sous canaux distincts espacés de 4,3125 kHz. Les sous canaux inférieurs sont généralement réservés au **POTS**, ainsi les sous canaux 1 à 6 (jusqu'à 25,875 kHz) sont en principe inutilisés et laissés pour la téléphonie analogique. Le débit du flux montant est moins élevé que celui du flux descendant et utilise donc les fréquences les plus basses. [1]

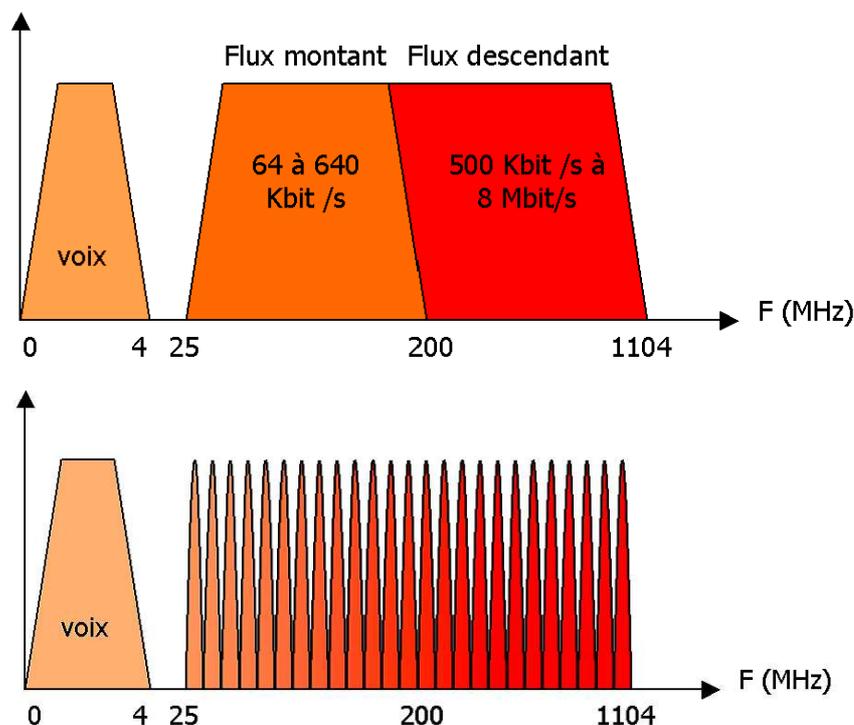


Fig. I.7. Utilisation de la bande passante par DMT

Ceci équivaut à disposer de 256 modems synchronisés entre eux, se répartissant la transmission des données. La division de la bande passante en un ensemble de sous canaux indépendants est la clé de la performance obtenue par DMT. La mesure de la qualité de chaque sous canal détermine le nombre de bits qui lui sera alloué. Ce procédé a pour but d'adapter le taux de charge de chaque canal en fonction de ses performances.

Les sous canaux 1 à 6 sont utilisés pour la téléphonie, les sous canaux 7 à 31 sont utilisés pour le flux montant, les sous canaux 33 à 256 sont réservés pour les flux descendants.

A noter que les sous canaux 16 et 64 sont utilisés pour transporter un signal "pilote" et que les canaux 250 à 256 sont utilisables que sur des lignes de raccordement de faible longueur. Au dessus de 1 MHz, les perturbations sont trop grandes pour permettre un flux stable. [1]

B) DWMT (Discrete Wavelet MultiTone)

DWMT est en cours de développement pour des produits à haut débit, symétriques ou asymétriques, de type VDSL. DWMT est une modulation dont le principe de fonctionnement est proche de DMT. Elle s'appuie sur une base mathématique différente de DMT qui est celle des transformées en ondelettes.

Le codeur utilise une modulation réalisée par une transformée inverse rapide en ondelettes (IFWT: Inverse Fast Wavelet Transform). La démodulation est réalisée par une transformée rapide en ondelettes (FWT : Fast Wavelet Transform). Grâce à cette technique, les sous-canaux peuvent avoir un espacement moitié moindre que celui nécessaire à DMT. Les performances promises par DWMT semblent nettement supérieures à celles affichées par DMT. [1]

C) FDM (Frequency Division Multiplexing)

La technologie FDM est une technique de multiplexage par répartition de fréquence(MRF), les modems ADSL divisent la largeur de la bande disponible d'une ligne téléphonique par le Multiplexage à Division de Fréquence (FDM).

FDM assigne une bande pour des données ascendantes et une bande différente pour les données descendantes. [1]

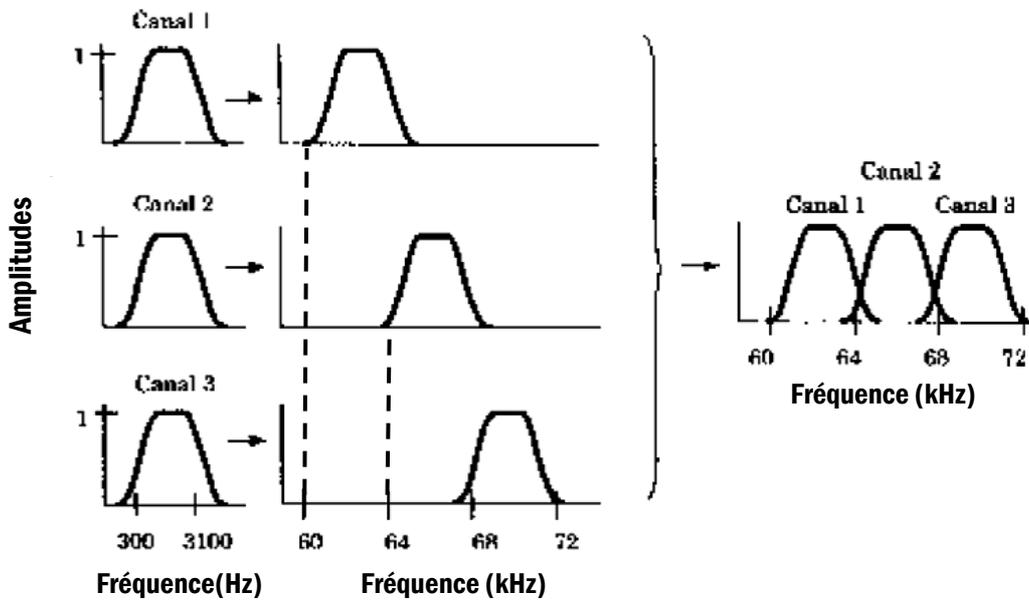


Fig. I.8 Multiplexage fréquentiel de trois canaux téléphonique

On trouve également un bon exemple d'utilisation de FDM avec ADSL. En effet ADSL possède une bande passante d'environ 1 Mhz dans une ligne téléphonique, une largeur de bande de 4 KHz est utilisée pour les communications téléphoniques. Il reste donc une bande passante importante disponible pour un autre usage. C'est un multiplexage en fréquence qui va permettre son utilisation : [4], [5]

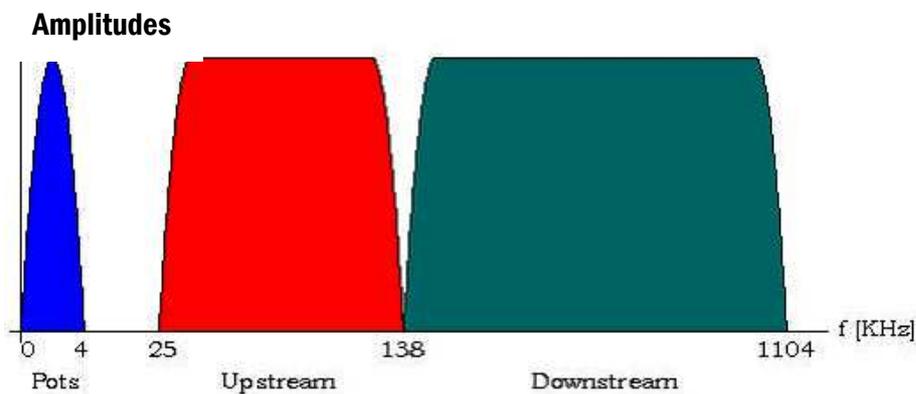


Fig. I.9 Multiplexage des fréquences en ADSL

Une bande de 4 kHz est réservée pour la téléphonie classique (POTS : Plain Old Téléphone Service)
 Une bande est réservée pour le flux de données usager vers réseau autrement dit émission ADSL.
 (Upstream Data : Voie montante)
 Une bande est réservée pour le flux de données réseau vers usager autrement dit réception ADSL.
 (Downstream Data : Voie descendante)
 L'ensemble de la bande passante s'étend sur 1,1 MHz.

Le canal dédié au téléphone est séparé des canaux dédiés aux données par un filtre passe-bas (Splitter) passif. Le filtre envoie également l'intégralité du signal au modem ADSL. Celui-ci est doté d'un filtre passe-haut qui élimine le canal dédié au téléphone. [1], [5]

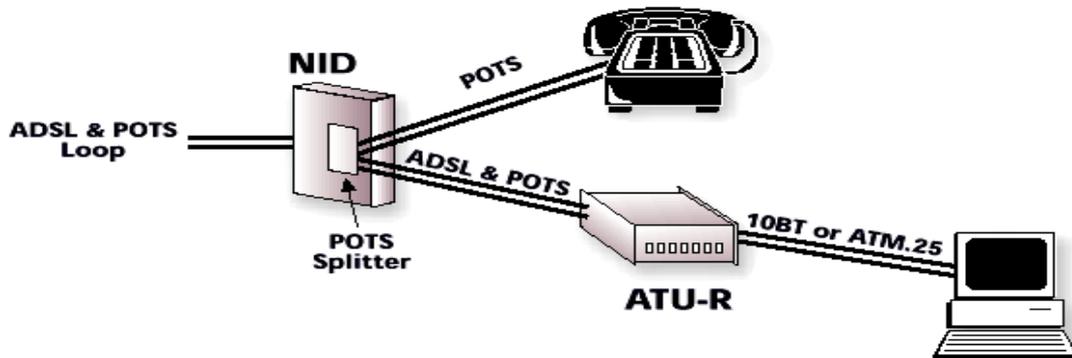


Fig. I.10 Séparation du téléphone et des données chez l'utilisateur en ADSL

D) CAP (Carrierless Amplitude and Phase Modulation)

Dans la modulation CAP, on génère une onde modulée qui transporte les paramètres d'amplitude et de phase avec des états changeants.

Dans ce codage en ligne, la transmission s'effectue en bande de base transposée en fréquence, par le biais d'une modulation d'onde porteuse. Le codage CAP module une seule porteuse qui est supprimée avant la transmission, d'où le qualificatif carrierless, puis reconstruite par le modem récepteur. CAP s'apparente à la technique QAM appliquée sur les modems RTC.

CAP utilise aussi bien la modulation de phase que la modulation d'amplitude.

L'ensemble des combinaisons de bits qu'on peut envoyer à un instant de modulation donné se nomme une constellation. La figure ci-dessous donne un exemple de constellation pour un 2-CAP (un décalage de phase de 180° et un niveau d'amplitude) et un 64-CAP (décalages de phase de 90° et quatre niveaux d'amplitude). [1], [5]

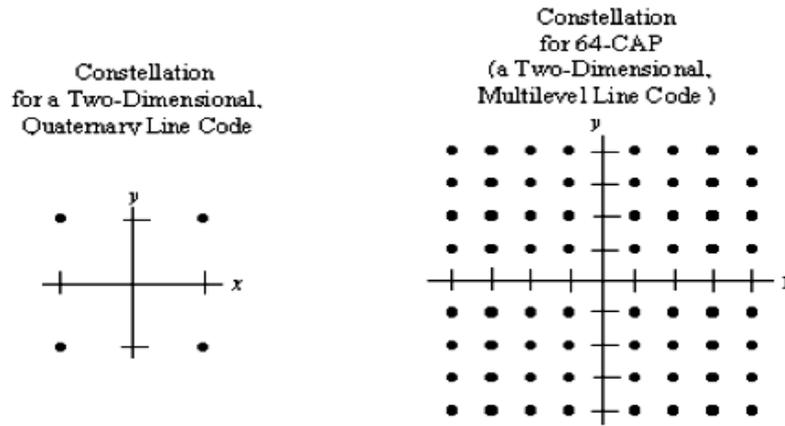


Fig. I.11 Constellation pour un codage de ligne a 2-cap et 64-cap

Les émetteurs-récepteurs CAP peuvent utiliser des constellations multiples créant 2^n valeurs. n peut varier de 2 à 512 en fonction des caractéristiques de la ligne utilisée. On parle alors de n-CAP (c.-à-d. N-CAP = 512-CAP, 2-CAP, 64-CAP, etc....).

Cette capacité à changer la taille des constellations est une des deux façons utilisées par CAP pour s'adapter aux caractéristiques de la ligne. L'autre méthode est simplement de réduire la bande passante utilisée. Contrairement à DMT, CAP ne subdivise pas la bande passante disponible au dessus des 4KHz en canaux étroits. CAP peut augmenter ou diminuer la largeur de bande qu'il utilise par incrément de 1Hz. Dans les systèmes CAP, seulement deux canaux sont requis en plus de celui utilisé par le téléphone: upstream et downstream. Ces canaux sont séparés par la technique de multiplexage FDM vu précédemment. [5]

E) QAM ou MAQ (Modulation d'Amplitude en Quadrature) :

Les modulations d'amplitude de deux porteuses en quadrature (MAQ) sont aussi appelées QAM pour Quadrature Amplitude modulation, C'est une modulation dite bidimensionnelle.

Pour La modulation QAM le signal modulé $m(t)$ peut s'écrire :

$$m(t) = a(t).cos(\omega_0t + \varphi_0) - b(t).sin(\omega_0t + \varphi_0)$$

Et que les deux signaux $a(t)$ et $b(t)$ ont pour expression :

$$a(t) = \sum_k a_k.g(t - kT) \text{ et } b(t) = \sum_k b_k.g(t - kT)$$

Le signal modulé $m(t)$ est donc la somme de deux porteuses en quadrature, modulées en amplitude par les deux signaux $a(t)$ et $b(t)$.

Les constellations MAQ-M

La modulation QAM utilise deux porteuses en quadrature qu'elle combine par addition pondérée en fonction du signal binaire à transmettre. Plus simplement, elle permet de coder des symboles binaires dans le module et la phase d'un signal porteur.

Imaginons que nous désirerions coder des symboles binaires de 4 bits à l'aide d'une modulation QAM, il y a donc 16 (2^4) symboles possibles.

Afin de représenter le module et la phase correspondant à chaque symbole, nous représentons chaque symbole par un nombre complexe. On appelle l'ensemble des nombres complexes codant tous les symboles, l'encodeur en constellation de la QAM.

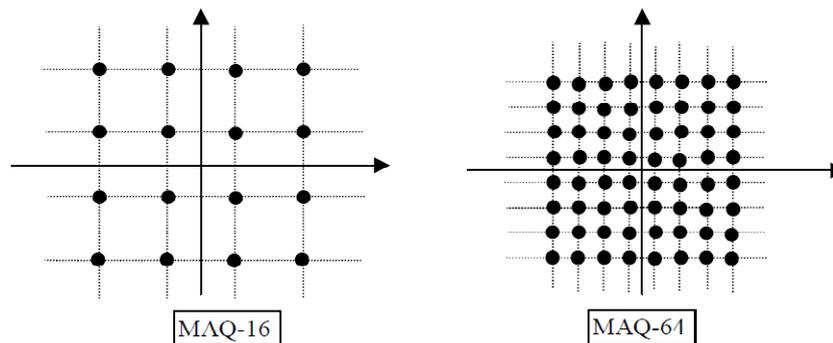


Fig. I.12 Constellation MAQ-16 ET MAQ-64

On va alors parler de 16-MAQ, 32-MAQ, ..., 256-MAQ, ce qui correspond à la possibilité de transmettre 16, 32, ..., 256, ..., symboles différents.

Chaque symbole représente $\log_2 16$, $\log_2 32$, ..., $\log_2 256$, ..., soit 4, 5, ..., 8, ..., 15 bits.

Le débit binaire D pour une voie de rapidité de modulation R et pouvant transmettre N symboles ($N=2^n$ nombre de bits/symboles), aura pour valeur : $D=R \cdot \log_2 N$

F) MDA (modulation par déplacement d'amplitude)

Les Modulations par Déplacement d'amplitude (MDA) sont aussi dites ASK pour Amplitude Shift Keying.

Dans ce cas, Le signal modulé s'écrit alors :

$$M(t) = \sum a_k \cdot g(t - kT) \cdot \cos(\omega_0 t + \phi_0)$$

$g(t)$ est une forme de l'onde est rectangulaire, de durée T et d'amplitude égale à 1 si t appartient à l'intervalle $[0, T]$ et égale à 0 ailleurs.

Le symbole a_k prend sa valeur dans l'alphabet (A_1, A_2, \dots, A_M). Autrement dit, cet alphabet met en évidence les $M = 2^n$ amplitudes possibles du signal, la valeur n désignant les groupements de n bits ou symboles à émettre. Les changements d'amplitude de la porteuse se produiront au rythme R de la transmission des symboles. [6]

Suivant les valeurs de n on obtient le tableau suivant :

n	M	Valeurs de l'alphabet
1	2	$-1a_0, 1a_0$
2	4	$-3a_0, -1a_0, 1a_0, 3a_0$
3	8	$-7a_0, -5a_0, -3a_0, -1a_0, 1a_0, 3a_0, 5a_0, 7a_0$

Tab. I.2 Le tableau de constellation MDA a M états

La constellation de la modulation à M états symétriques est donnée dans la figure 8 pour M prenant comme valeurs 2, 4 et 8.

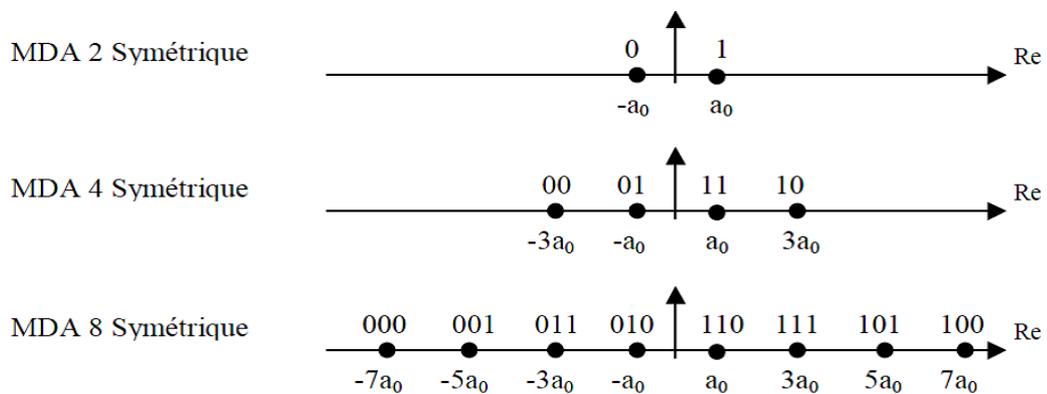


Fig. I.13 Constellation de la modulation d'amplitude a M états

On remarquera que la disposition des symboles met en œuvre un code de Gray de telle sorte qu'un seul bit change lorsque l'on passe d'un point à un autre.

Le chronogramme de la modulation MDA_4 est schématisé dans la figure ci-dessous :

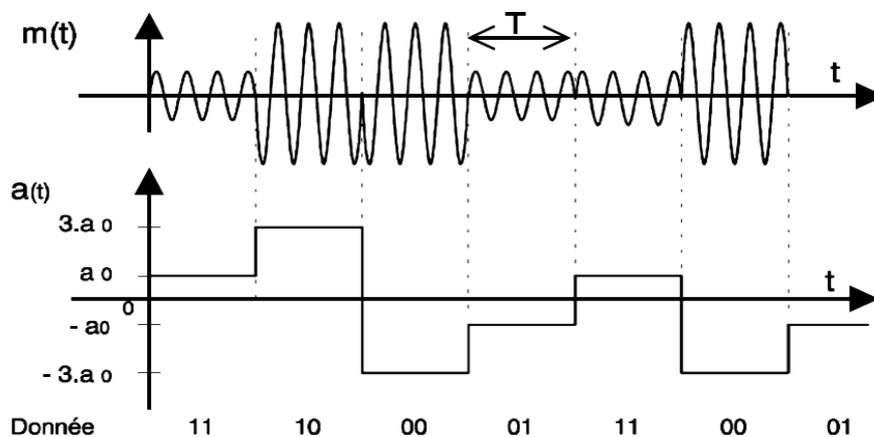


Fig. I.14 Modulation d'amplitude MDA_4 Symétrique

g) **MDP** (modulation par déplacement de phase)

Les Modulations par Déplacement de phase (MDP) sont aussi appelés PSK pour Phase Shift Keying .
Reprenons l'expression générale d'une modulation numérique :

$$m(t) = \text{Re} \left[\sum_k c_k(t) \cdot e^{j(\omega_0 t + \varphi_0)} \right]$$

Avec $c_k(t) = a_k(t) + jb_k(t)$

Les signaux élémentaires $a_k(t)$ et $b_k(t)$ utilisent la même forme d'onde $g(t)$ qui est une impulsion rectangulaire, de durée T et d'amplitude égale à A

On a : $a_k(t) = a_k \cdot g(t - kT)$ et $b_k(t) = b_k \cdot g(t - kT)$

Soit : $c_k(t) = (a_k + jb_k) \cdot g(t - kT) = c_k \cdot g(t - kT)$

Dans le cas présent, les symboles c_k sont répartis sur un cercle, et par conséquent :

$c_k = a_k + jb_k = e^{j\varphi_k}$ D'où : $a_k = \cos(\varphi_k)$ $b_k = \sin(\varphi_k)$

Et : $a_k(t) = \cos(\varphi_k) \cdot g(t - kT)$, $b_k(t) = \sin(\varphi_k) \cdot g(t - kT)$

On pourrait imaginer plusieurs MDP-M pour la même valeur de M où les symboles seraient disposés de façon quelconque sur un cercle, Pour améliorer les performances par rapport au bruit, on impose aux symboles d'être répartis régulièrement sur le cercle.

L'ensemble des phases possibles se traduit alors par les expressions suivantes :

$$\varphi_k = \frac{\pi}{M} + k \frac{2\pi}{M} \text{ lorsque } M > 2$$

$$\varphi_k = 0 \text{ ou } \pi \text{ lorsque } M = 2$$

Les symboles c_k prennent leurs valeurs dans un alphabet de $M > 2$ éléments $\{e^{j\varphi_k}\}$ où φ_k est défini ci-dessus avec $k = 0, 1, \dots, M-1$. On peut aussi considérer que a_k et b_k prennent simultanément leurs valeurs dans l'alphabet $\{\cos(\varphi_k)\}$ et $\{\sin(\varphi_k)\}$.

$$m(t) = \text{Re} \left[\sum_k e^{j\varphi_k} \cdot g(t - kT) \cdot e^{j(\omega_0 t + \varphi_0)} \right] = \text{Re} \left[\sum_k g(t - kt) \cdot e^{j(\omega_0 t + \varphi_0 + \varphi_k)} \right]$$

$$m(t) = \text{Re} \left[A \cdot e^{j(\omega_0 t + \varphi_0 + \varphi_k)} \right]$$

$$m(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \varphi_k)$$

$$m(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \cos(\varphi_k) - A \sin(\omega_0 t + \varphi_0) \sin(\varphi_k)$$

Cette dernière expression montre que la phase de la porteuse est modulée par l'argument φ_k de chaque symbole ce qui explique le nom donné à la MDP. Remarquons aussi que la porteuse en phase $\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ est modulée en amplitude par le signal $A \cdot \cos(\varphi_k)$ et que la porteuse en quadrature $\sin(\omega_0 t + \varphi_0)$ est modulée en amplitude par le signal $A \cdot \sin(\varphi_k)$.

L'expression de la MDP montre qu'il s'agit d'une modulation à enveloppe constante.

On appelle "MDP-M" une modulation par déplacement de phase (MDP) correspondant à des symboles M-aires. La figure montre différentes constellations de MDP pour M= 2, 4 et 8. [6]

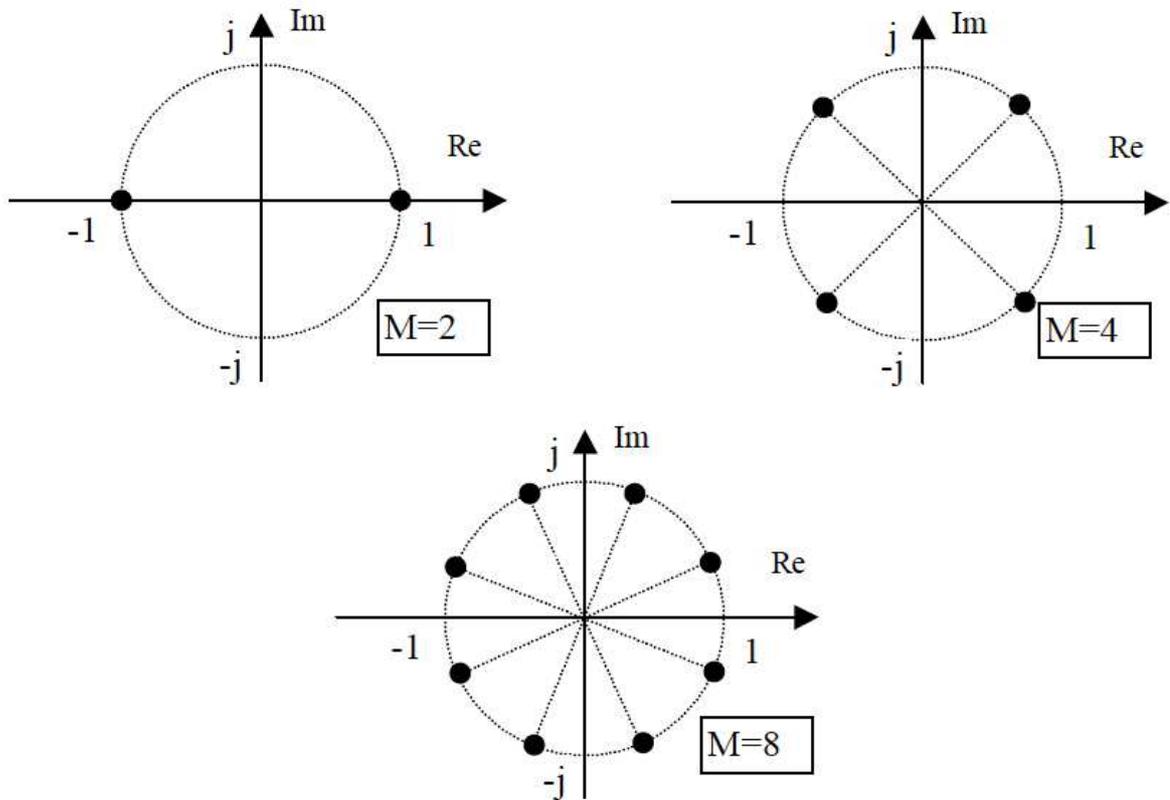


Fig. I.15 Constellation des symboles en modulation de phase MDP-M

Exemple : La modulation "MDP-2"

Un exemple de modulation MDP-M est la modulation MDP-2 encore appelée BPSK pour "Binary Phase shift Keying".

C'est une modulation binaire (un seul bit est transmis par période T) :

$$n=1, M=2 \text{ et } \varphi_k = 0 \text{ ou } \pi$$

Le symbole $c_k = e^{j\varphi_k}$ prend donc sa valeur dans l'alphabet $\{-1, 1\}$. Ici, la modulation ne s'effectue que sur la porteuse en phase $\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$. C'est une modulation mono dimensionnelle.

Le signal modulé s'écrit alors pour t appartenant à l'intervalle $[0, T[$:

$$m(t) = \pm A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

La constellation MDP-2 est représentée dans la figure suivante.

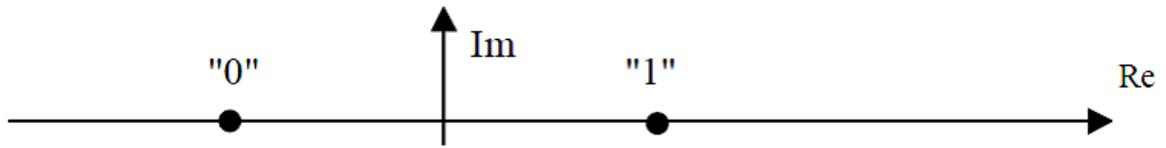


Fig. I.16 Constellation de la modulation de phase MDP-2

Le chronogramme de la "MDP-2" est donné par la figure suivante.

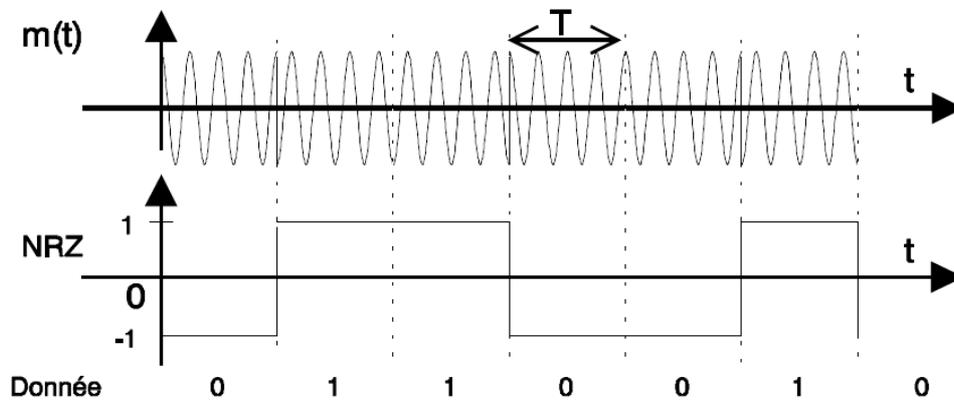


Fig. I.17 Chronogramme de la modulation de phase MDP-2

IV. LES RESEAUX D'IMAGERIE MEDICALE

La révolution numérique a investi les hôpitaux. Grâce à la consultation simultanée des images radiologiques, diagnostic assisté par ordinateur, suivi des patients, dossier médical en ligne... Outre les progrès technologiques considérables qu'il engendre en matière d'imagerie et de communication permettent, au-delà de la modernisation, une amélioration de la qualité des soins et une meilleure circulation de l'information au service du patient qu'elle met au cœur des échanges. Des équipements réseautiques sont nécessaires, non seulement pour optimiser l'usage des images mais aussi pour permettre leur bonne utilisation. Le RIS et le PACS sont des systèmes qui servent à communiquer et d'archiver le dossier médical du patient.

IV.1 les systèmes d'informations médicales :

Le Système d'Information Hospitalier (SIH) couvre l'ensemble des informations utilisées dans un établissement de santé. La performance d'un système d'information dépend de multiples facteurs, un de ceux-ci est le facteur humain.

Les systèmes d'information médicale ont pour objectif de regrouper toutes les données concernant le patient pour permettre leur échange et leur communication et d'interconnecter les différents professionnels impliqués dans la prise en charge et le suivi du patient.

Deux éléments interviennent pour structurer un réseau d'imagerie : **le RIS et le PACS.**

1. Le RIS (Système d'Information en Radiologie)

Est un système réseautique de la gestion moderne d'un centre de radiologie. Il gère les différentes tâches du travail (prise de rendez-vous, admission du patient, gestion des rapports, facturation, statistiques, etc....) en rendant les différentes étapes de la visite médicale et de l'examen le plus fluide possible. Il permet également de rechercher très aisément des informations médicales ou administratives et d'organiser la distribution des résultats de manière sûre et rapide.

L'optimisation de ce système nécessite l'utilisation d'un PACS pour permettre la diffusion des demandes de médecins, des images et des comptes rendus, le RIS ne diffusant que sur les stations d'interprétation dans les services de radiologie. [7]

2. Le PACS (Picture Archiving and Communication System)

Est un système de gestion électronique des images médicales avec des fonctions d'archivage, de stockage et de communication rapide. Ses capacités sont très supérieures à tous les équipements existants et offrent des perspectives de développement des réseaux d'imagerie à grande échelle et sur le long terme. Il optimise le RIS dont il est le complément indispensable pour la gestion des images. Le PACS représente l'évolution des nouvelles technologies numériques vers un environnement global numérique où les activités basées sur le film sont progressivement remplacées par leur équivalent numérique pour aboutir à une pratique sans film.

Il est le sous ensemble du système d'information hospitalier (SIH) permettant de collecter, stocker et archiver des images dans une banque d'images accessible de n'importe quel point de l'hôpital par tous les professionnels concernés, permettant ainsi l'échange optimisé de ces informations.

La fonction d'archivage assurée par le PACS est la condition pour utiliser au mieux les images en garantissant leur bonne conservation et leur accès rapide. Cette fonction permet une meilleure qualité de soins et est particulièrement cruciale pour les programmes de dépistage et la prise en charge des maladies chroniques.

Le système RIS/PACS, intégré au SIH est un outil d'avenir pour constituer le dossier d'imagerie du patient. Il améliore la qualité des soins en favorisant la communication entre les praticiens autour de l'imagerie et plus généralement du dossier patient auquel l'image doit être intégrée. En améliorant la circulation des images dans la structure hospitalière, les réseaux d'imagerie intra hospitaliers permettront à terme une communication inter établissements. [7]

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la télémédecine et la technologie ADSL qui est indispensable pour faire voyager l'information médicale entre les différents systèmes médicaux via les réseaux d'imagerie médicale dont on a conclu que la télémédecine a désormais et acquis une place stratégique au cœur de la prise en charge du patient, et joue un rôle déterminant dans l'offre de soins, outre la naissance de la télémédecine a permis d'optimiser les investissements et d'assurer une meilleure accessibilité géographique et temporelle .

Dans le chapitre suivant on va y aller vers une partie intégrante de la télémédecine, C'est la téléradiologie.

CHAPITRE II :

**Implémentation software d'une application
dédiée à la pratique Téléradiologique**

I. INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons présenter la pratique de la téléradiologie et pour pouvoir cerner cette pratique nous commençons par la mise en œuvre d'une chaîne de téléradiologie qui est constituée principalement d'une étape relative à la capture d'une image fixe ou dynamique (vidéo), d'une éventuelle compression d'image dans le but d'accélérer la transmission et de réduire l'espace mémoire, d'une autre étape dédiée à la création d'une base de données permettant de stocker toutes les informations nécessaires pour l'identification du patient avec son dossier médical personnalisé (DMP).

I.1 Etat de la téléradiologie :

Plusieurs évolutions majeures ont marquées la pratique médicale; l'accroissement des connaissances et surtout le développement de nouvelles méthodes d'investigation comme les techniques d'imagerie médicale axées sur l'informatique. Si dans les années 1970 les radiologues ne disposaient pratiquement que d'appareils classiques, de nos jours plus d'une dizaine de techniques fait appel aux outils technologiques modernes.

(Echographie, Tomodensitométrie TDM, Imagerie par Résonance Magnétique IRM..).

Ces techniques dites numériques donnent des avantages certains aux radiologues par rapport aux techniques conventionnelles notamment à travers des techniques d'affichage des images. Les informations une fois saisies peuvent être utilisées pour générer un nombre d'images illimitées en modifiant tout juste le réglage de différents paramètres (contraste, luminosité...), ainsi le radiologue peut créer lui-même les conditions optimales permettant de distinguer le plus nettement possible une anomalie recherchée.

En plus les images peuvent être archivées et mémorisées soit directement sur les appareils de production soit sur des supports de sauvegarde comme des Disque Compact (CD) ou des supports de sauvegarde spéciaux les Disques Optiques Numériques (DON) ou optomagnétiques.

Ces supports de sauvegarde peuvent donc remplacer les classiques films de radiographie, les négatoscopes sont remplacés par des écrans de haute résolution. L'activité radiologique essentiellement basée sur le film telle que nous la connaissons depuis Röntgen sans changements essentiels serait désormais remplacée par une chaîne d'activités électroniques d'où l'appellation « Imagerie médicale sans film ».

La téléradiologie est une véritable révolution numérique qui a toute sa place dans la communauté de la télémédecine, elle spécifie:

- que les images doivent être transmises par un réseau Internet ou ligne téléphonique (RTC, ADSL) soit entre deux réseaux LAN ou WAN distincts et à des endroits différents,
- que les utilisateurs doivent être capables de voir les images simultanément.
- que DICOM doit être utilisé pour les échanges et la représentation des images.
- que les images doivent être stockées dans une base de données.

I.2 La chaîne de téléradiologie :

L'interprétation d'une image radiologique via Internet se trouve dans un processus de récupération, de traitement, d'envoi et de sécurisation des images envoyées ou reçues.

Ces différentes étapes constituent les principaux maillons d'une chaîne de téléradiologie :

Acquisition des données, compression des données, transmission des données, sécurisation des données.

Le premier maillon de la chaîne (Acquisition des données)

L'imagerie médicale est devenue aujourd'hui incontournable dans l'organisation des soins du fait, notamment, de l'essor de nouvelles techniques diagnostiques et thérapeutiques.

L'acquisition des données consiste à produire une image à partir d'une modalité d'imagerie (Le scanner, IRM, radio numérique, échographie, Appareil à mammographie, radio mobile...).

Cet ensemble de techniques permettant d'examiner et d'explorer le corps humain de manière non invasive et d'en conserver une image, dans l'objectif de réaliser un diagnostic, et de guider un geste thérapeutique pour cela on utilise des moyens d'acquisition et de restitution d'images à partir de différents phénomènes physiques (Résonance magnétique, réflexion d'ondes ultrasons, radioactivité, absorption des rayons X, ...).

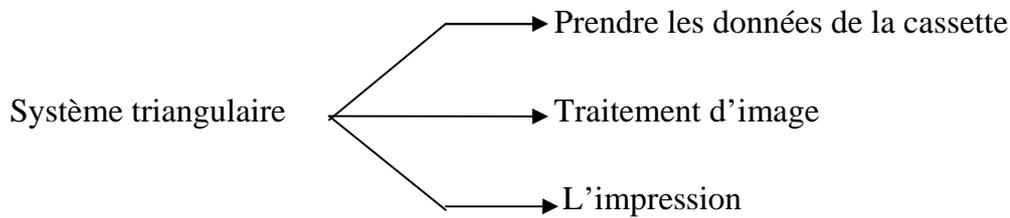
Pour chaque modalité d'imagerie on va décrire quelque principe physique permettant la reconstruction d'une image médicale.

1. La radiographie

La radiologie repose principalement sur l'utilisation du rayon x pour voir des parties du corps humain afin de détecter l'anomalie.

Un émetteur de rayon X fixe envoie un faisceau des photons X qui traversent l'organisme. Selon la nature des tissus rencontrés (os, muscle...), ces rayons sont plus ou moins absorbés. Lorsqu'ils parviennent sur le film photosensible placé de l'autre coté du patient, ils laissent une empreinte dont les nuances de gris soulignent les différent organes. Les images sont obtenues après un développement numérique.

Le développement numérique basé sur un système triangulaire :



2. La Tomodensitométrie ou CT-Scan

La tomodensitométrie X (TDM) ou scanographie, est une technique de diagnostic radiologique. Il permet de visualiser tous les éléments profonds de l'organisme. Son principe est en effet de choisir un plan de coupe et d'effectuer de multiples projections sous différents angles afin de connaître le coefficient d'atténuation en chaque point du plan.

Le patient est placé sur une table qui se déplace dans le sens longitudinal à l'intérieur d'un court anneau .et le tube à rayons X génère un faisceau qui va tourner autour du patient. En face du tube sont disposés des milliers de détecteurs qui vont mesurer l'intensité résiduelle du faisceau qui a traversé le corps.et en fin Chaque donnée numérique va être convertie, sur un ordinateur en un point lumineux dont l'intensité (blanc, gris, noir) est proportionnelle à l'absorption des rayons X et l'image sera affiché sur un moniteur.

Les figures ci dessous présentent un exemple des images médicales acquies par un scanner

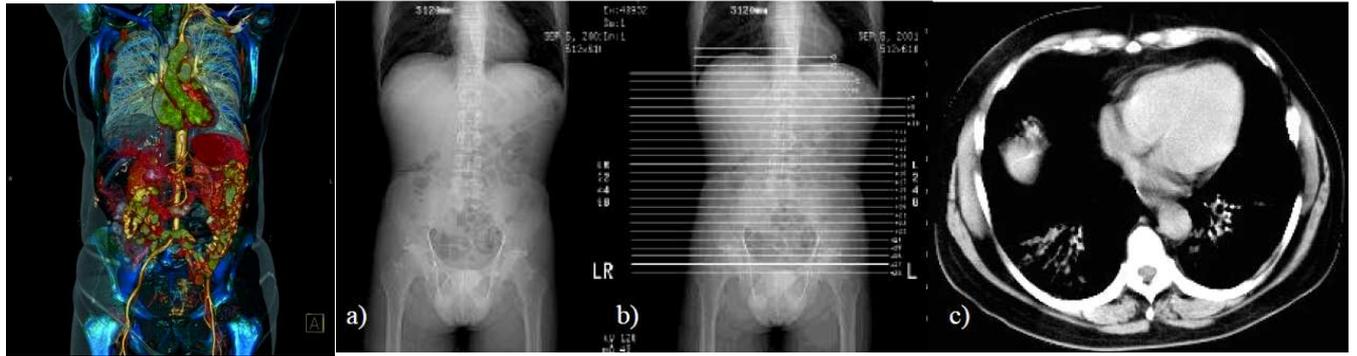


Fig. II.1 Principe d'une acquisition CT-scan

3. L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)

Techniquement les images IRM sont réaliser grâce a un champ magnétique intense produit par un aimant. L'émission d'ondes radio va positionner les noyaux d'hydrogène du corps du patient dans un état particulier appelé résonance. Le retour de ces noyaux d'hydrogène à leur état d'équilibre va engendrer la formation d'un signal dans une antenne réceptrice. Lors d'un examen IRM, c'est l'analyse de ce signal par un ordinateur qui permet d'obtenir une image numérique qui sera imprimé sur un film.

Notant qu'avec la technique d'IRM on peut obtenir des images dans n'importe quel plan de l'espace. Des exemples d'images IRM du cerveau obtenues dans le plan axial, sagittal et coronal sont donnés ci-dessous.

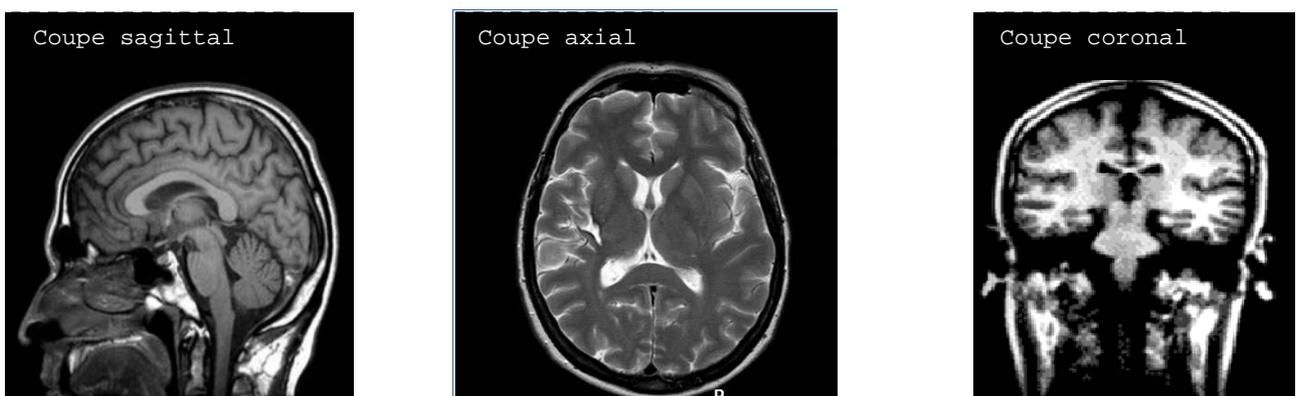


Fig. II.2 Images du cerveau obtenu à partir d'une séquence d'acquisition IRM

4. L'Imagerie par Ultrasons

L'échographie est une technique d'imagerie médicale qui utilise des ultrasons elle permet d'étudier de nombreux organes de l'abdomen, du petit bassin, du cou (thyroïde, foie, rate, pancréas, reins, vessie) ainsi pour obtenir une image monochrome du fœtus à l'intérieur du ventre de sa mère. Elle permet plus précisément de rechercher des anomalies (telles que des tumeurs, des kystes et des malformations) et de guider des prélèvements (ponctions).

Pour réaliser une échographie, le médecin applique un gel froid sur la peau. (Assure le contact entre la sonde et la peau). La sonde émet des ultrasons qui traversent les tissus et sont renvoyés sous la forme d'un écho. Ce signal est recueilli et analysé par un système informatique qui retransmet en direct une image sur un écran vidéo.



Fig. II.3 Exemple d'une échographie de foie

Le deuxième maillon de la chaîne (la compression des données)

La compression des données traite de la manière dont on peut réduire l'espace nécessaire à la représentation d'une certaine quantité d'information ou de données.

Cette étape de compression représente donc un point crucial dans la chaîne de téléradiologie puisqu'elle permet de diminuer le volume de données à transférer et par conséquent accélérer les transmissions entre deux stations de téléradiologie.

Il existe principalement deux grands types de méthodes plus ou moins complémentaires. La première, dite intelligente, est basée sur l'intervention humaine. La seconde est uniquement de type logiciel.

a) Méthodes intelligentes

Cette catégorie regroupe les méthodes basées sur l'intervention du radiologue ou du médecin émetteur. Nous distinguerons le tri des images et la sélection de zones d'intérêt.

Tri des images

Le tri des images repose sur le fait que toutes les images produites au moment de l'examen ne sont pas nécessaires au diagnostic alors il s'agit de procéder à une sélection des images qui semblent être indispensables au diagnostic.

Sélection de zones d'intérêt dans l'image :

Le principe de la sélection de zones d'intérêt repose sur le fait que toute l'image n'est pas indispensable au diagnostic. En effet, il existe souvent, autour de l'image elle-même, une partie vide, comme l'air entourant le patient sur une image de TDM par exemple. L'éviction par recadrage de ces régions hors zone d'intérêt diagnostique de l'image permet de diminuer la taille de celle-ci. Cette technique est actuellement peu utilisée. [8]

b) Compression logicielle

Cette méthode consiste à l'utilisation de logiciels pour comprimer ou diminuer la taille des images.

Le troisième maillon de la chaîne (transmission des données)

Ce maillon de la chaîne consiste à transférer les images radiologiques depuis les modalités de production vers l'ordinateur qui servira à leur envoi.

On peut distinguer deux grands types de système de transmission des données dans le cadre de la téléradiologie : les transferts en temps réel ou directs et les transferts différés ou indirects.

a) Transferts directs

Le mode de transfert direct est le contrôle à distance d'un ordinateur, il s'agit d'une technologie particulière de pointe permettant de prendre le contrôle d'un ordinateur depuis un autre ordinateur distant. En pratique, l'ordinateur local sert à afficher les images et l'ordinateur distant voit l'écran de l'ordinateur local et peut piloter les changements de fenêtrage, de zoom etc.

Dans ce mode on a d'abord la visioconférence qui consiste en une téléconsultation permettant l'échange des images radiologiques mais aussi du texte, des séquences vidéo et du son, permettant aux interlocuteurs de discuter du dossier en temps réel.

b) Transferts indirects (Transfert par un réseau local)

Les données radiologiques, images et informations sur patients, sont transmises directement entre la modalité où elles ont été acquises, ou la base d'archivage où elles se trouvent, et l'ordinateur qui assurera ultérieurement leur envoi dans le cadre de la chaîne de téléradiologie.

Dans le cas d'une téléradiologie interne ou intra institutionnelle par exemple une téléradiologie à l'intérieur d'un centre hospitalier. Dans ce cas, un médecin demande un examen radiologique, une fois l'examen terminé le compte rendu et les images sont directement envoyés sur son terminal dans son bureau.

Les méthodes les plus utilisées sont le courrier électronique (email), le File Transfert Protocole (FTP) et les systèmes de serveur web.

Cette procédure a un vrai intérêt puisqu'elle permet le transfert rapide des données puisque les réseaux locaux utilisés en général à un débit élevé. ainsi qu'elle assure la transmission de toute l'information radiologique dans un format adapté, notamment en ce qui concerne la dynamique des images.

Le quatrième maillon de la chaîne (Sécurité des données)

Ce maillon est essentiellement axé sur la sécurité des échanges des données dans le cadre de la téléradiologie en termes de préservation du secret médical, de la sécurisation des données du patient.

Les méthodes de sécurité visent à éviter qu'une personne non autorisée accède aux données d'un patient et à assurer l'intégrité des données transmises et à éviter la perte de données.

Plusieurs aspects sont pris en compte dans le cadre de la protection du secret médical

a) Anonymisation des examens

Il s'agit du remplacement, du cryptage ou de la suppression des informations qui pourraient permettre, en cas d'interception de la transmission ou d'erreur de destinataire, d'identifier le patient.

Dans le cas d'images non- DICOM, la gestion du caractère anonyme des images est assez simple. Il suffit de ne pas joindre d'informations relatives à l'identité du malade au moment du transfert comme par exemple effacer le nom du patient sur un cliché de scanner.

b) Protection d'accès

La protection de l'accès au système de téléradiologie peut se faire à deux niveaux: limitation de l'accès au logiciel de transmission (logicielle ou matérielle) et protection globale du réseau.

La limitation d'accès au logiciel de transmission, cela fait appel à trois concepts détaillés

- 1- L'identification et l'authentification consistent à attribuer aux utilisateurs du système un login et un mot de passe permettant de contrôler l'accès au système. Le stockage et l'acheminement du mot de passe peuvent eux-mêmes être sécurisés avec des protocoles sécurisés (chiffré) tel que http, FTP, DICOM. Ces protocoles sont basés sur la technologie SSL/TLS (Secure Sockets Layer)
- 2- Le contrôle d'accès permet de définir, en fonction de chaque utilisateur des droits sur le système, par exemple, s'il est autorisé à lire les dossiers provenant de tel ou tel endroit, à les effacer, à y répondre...
- 3- L'enregistrement des accès consiste à garder la trace, pendant une durée plus ou moins longue, de toutes les opérations que l'utilisateur a effectuées sur le système telles que des consultations ou des modifications de dossiers.

La protection globale du réseau fait appel aux systèmes généraux de protection tels que les firewalls matériels ou logiciels et a l'utilisation d'une ligne sécurisée virtuelle, nommée aussi VPN pour « Virtual Private Network » assurant que tout ce qui est échangé entre deux machines est chiffré quel que soit le protocole. On peut donc utiliser un protocole DICOM, FTP ou http librement au sein du VPN. [8]

II. APPLICATION POUR LA CAPTURE VIDEO

II. 1 Introduction au DLL :

La programmation Windows est essentiellement basée sur l'utilisation des DLLs (Dynamic Link Library).

Une DLL est une sorte de programme indépendant de toute application, non exécutable, mais contenant de nombreuses fonctions accessibles depuis un programme exécutable (ou une autre DLL). La DLL est installée une fois pour toutes en mémoire, lors de son premier chargement par une application.

II.2 Fonctionnement d'un fichier DLL :

Les fichiers dll ont la particularité d'avoir une extension qui se termine .dll

DLL est l'acronyme de Dynamic Link Library, ce qu'on pourrait traduire par la Bibliothèque des liens dynamiques, dans le cadre du Système d'exploitation Microsoft Windows.

En règle générale un fichier DLL contient un code ou des ressources qui sont rendus disponibles à d'autres applications, il a tendance à faciliter la vie du développeur.

Lorsqu'une application sollicite un fichier DLL il est d'abord recherché dans le répertoire utilisé par cette application, puis dans les répertoires inclus dans la variable d'environnement de chemin de Windows "SetDllDirectory () fonction" comme c:\windows et c:\windows\system32.

Dans la mesure où votre système d'exploitation est installé sur le disque C si un fichier dll vous fait défaut vous serez donc amené à recopier vos fichiers dans les répertoires Windows.

Le code et les fonctions contenu dans une DLL n'est chargé qu'une seule fois en mémoire de cette manière, lorsqu'une application utilise et souhaite de charger une DLL qui est déjà en cours d'utilisation, elle n'a pas besoin de charger une seconde fois la dll le code existant est mappé dans la mémoire de l'application.

Un fichier DLL peut être relié statiquement ou dynamiquement à un programme. Dans le premier cas, le programme dit clairement avoir besoin du code contenu dans une bibliothèque et la résolution de liens est effectué par l'éditeur de lien au moment de la phase de compilation du programme. Le programme inclut alors directement dans sa structure la liste des bibliothèques nécessaires à son bon fonctionnement dans sa table des exportations.

Le chargeur de programmes de Windows vérifie lors de l'exécution du programme que toutes les DLL requises sont disponibles, et si ce n'est pas le cas, stoppe le chargement en affichant un message

indiquant que des dépendances nécessaires à l'exécutable n'ont pu être trouvées c'est là qu'apparaît les messages d'erreurs indiquant d'un fichier dll est manquant.

Dans le second cas, c'est le programme qui demande explicitement le chargement d'une bibliothèque durant son exécution à l'aide de l'API Load Library afin d'obtenir un pointeur sur la fonction désirée. L'utilisation de DLL permet de mettre à disposition du code et de rendre modulaire l'architecture d'une application.

II.3 Le rôle des DLL :

La DLL joue un rôle capital dans Windows. Eh bien, ce sont des "bibliothèques de liens dynamiques", Ces DLL contiennent du code compilé (donc illisible) exécutant telles fonctions dans Windows.

Par exemple, dans Windows, certaines boîtes de dialogue ont une tête standard, toujours la même quelle que soit l'application : Fichier – Ouvrir, Fichier - Enregistrer, Fichier – Imprimer, Format - Police, et quelques autres encore. Ce n'est pas un hasard ces boîtes sont en quelques sorte préprogrammées, et n'importe quel programmeur au lieu de se fader de les reproduire avec plus ou moins de bonheur, peut se contenter d'y faire appel.

En fait, quel que soit le logiciel de départ, lorsqu'on déclenche par exemple la commande Fichier - Imprimer, c'est toujours le même morceau de code externe à ce logiciel qui s'exécute.

Il en va de même pour toutes les DLL, qui sont donc des morceaux de programme utilisables par d'autres programmes c-a -dire que si une DLL contient déjà le code cela signifie quand peut appeler cette DLL plutôt que réécrire – généralement, moins bien – le code en question en VB. Avec VB, vous pouvez donc utiliser du code déjà présent dans Windows via une DLL et même, créer de surcroît vos propres DLL.

A titre d'exemple « avicap32.dll » est un module qui contient des fonctions pour Windows api qui est employé pour saisir des films et vidéo d'AVI des caméras web et de tout autre matériel visuel.

II.4 Introduction au API :

Les API Windows offrent aux programmeurs la possibilité d'interagir avec le système d'exploitation. Elles offrent des possibilités presque infinies, et dépassent de très loin les possibilités apportées par l'environnement de développement (Visual Basic, Windev, ...). Par exemple, elles vous permettront de contrôler une application, d'accéder au registre Windows, de jouer des sons, etc. ...

Les API sont des fonctions contenues dans des fichiers dll, tels "user32.dll", "avicap32.dll", ou bien d'autres encore.

Les fonctions les plus couramment utilisées sont celles qui constituent Microsoft Windows lui-même. Ces procédures sont toutefois écrites en langage C, et doivent donc être déclarées avant de pouvoir les utiliser avec d'autres langages.

II.5 Les appels de l'API :

API signifie Application Programming Interface. C'est un habillage de toutes les fonctions disponibles au sein des DLL.

L'idée générale de l'API, c'est que toute DLL peut être utilisée par un langage comme VB sous forme de fonction, qui utilise donc les paramètres qu'on lui fournit et qui renvoie donc un résultat vers le langage. Donc, en théorie, pour utiliser une DLL, il suffit de savoir laquelle effectue le traitement que l'on souhaite, quels arguments il faut lui envoyer, et quel type de valeur elle retourne. Ensuite, il ne reste plus qu'à créer cette fonction dans le programme.

En ce qui concerne la syntaxe, par exemple chercher un code VB, lancer la caméra vidéo de Windows, lancer Access avec une base de données précise chargée à l'ouverture... un appel API ne se distingue pas fondamentalement d'un appel à une fonction ordinaire, avec des paramètres. Pour pouvoir utiliser de l'API, il faut tout d'abord déclarer la fonction en question à titre d'exemple. Les fonctions API s'utilisent comme les fonctions VB à ceci près qu'elles doivent être déclarées avant d'être appelées.

Reprenons la syntaxe générale de déclaration :

```
[Private | Public] Declare Function | Sub publicname Lib "libname" [Alias " aliasname"] [(ByVal variable [As type] [,ByRef] variable [As type])...] [As Type]
```

L'instruction **Private** ou **Public** définit comme pour une fonction VB la visibilité de la fonction. La déclaration ne peut être publique que dans un module, dans ce cas elle est visible dans toute l'application.

L'instruction **Declare** est obligatoire. Elle annonce un appel à une procédure externe.

Function ou **Sub** comme en VB, Sub si la procédure ne renvoie rien. L'un des deux doit être indiqué.

Publicname est le nom de la procédure appelée. Ce doit être un nom Visual Basic valide. Il est sensible à la casse (majuscule/minuscule) si aliasname n'est pas défini.

Lib est obligatoire pour signaler la procédure externe Libname est le nom de la DLL. Il doit être forcément entre guillemets. Il est à noter que pour les DLL du répertoire système, ni le chemin ni l'extension ne sont obligatoire (par ex : Lib "User32" est équivalent à Lib "c:\windows\system\user32.dll"), par contre pour les autres il faut le nom complet.

Alias " aliasname " Le mot clé Alias sert à préciser que la procédure dans la DLL porte un autre nom que celui spécifier dans publicname.

Cela peut servir si la fonction porte un nom réservé VB ou pour donner un nom plus explicite à la fonction. Aliasname est donc le vrai nom de la procédure dans la DLL. Il est toujours entre guillemets. Il est évidemment sensible à la casse.

As Type est le type de la donnée renvoyée si c'est une fonction et se situe en fin de déclaration.

Voici un tableau donnant la liste des fichiers de bibliothèques d'utilisation courante du système d'exploitation.

Bibliothèque de liaisons dynamiques	Description
Advapi.dll	Bibliothèque de services API avancés gérant de nombreuses API, y compris de nombreux appels de sécurité, de service et de registre.
Comdlg32.dll	Bibliothèque d'API de boîte de dialogue commune.
Gdi32.dll	Bibliothèque d'API pour le périphérique à interface graphique.
Kernel32.dll	Support d'API de base pour les noyaux Windows 32 bits (mémoire, disques, processus, taches, modules).
Mpr.dll	Bibliothèque de routeurs fournisseurs multiples (WNet).
Netapi32.dll	Bibliothèque d'API réseau 32 bits.
Shell32.dll	Bibliothèque d'API Shell 32 bits.
User32.dll	Bibliothèque pour routines d'interfaces utilisateur (fenêtres, menus, messages, ...).
Version.dll	Bibliothèque de versions.
Winmm.dll	Bibliothèque multimédia Windows (multimédia, son, midi, ...)

Tab. II.1 Exemple des DLL de Windows

II.6 la capture vidéo Windows sous VB :

Visual basic est un environnement de développement qui permet de créer, exécuter et déboguer des programmes Windows, il dispose des caractéristiques telles que la manipulation d'événements, un accès à Win32 API. C'est un langage de programmation très fiable pour exécuter une tel fonction Windows il suffit d'utiliser le code déjà présent dans Windows via une DLL. Notre exemple d' application est « avicap32.dll» qui est une fonction de Windows permet de saisir des films et vidéo d'AVI des caméras web et de tout autre matériel visuel afin de pouvoir capturer des images fixes ou animées à l'aide d'une webcam.

Pour programmer cette interfaçage sous VB on doit déclarer la fonction avicap32.dll en respectant la syntaxe de déclaration et afin d'ouvrir une fenêtre permettant de visualiser l'image reçue par la caméra, il est nécessaire de procéder à quelques initialisations:

- Ouverture d'une fenêtre de capture.
- Connections au driver.
- Acquisition et paramétrage des données.
- Acquisition de l'image.

A l'aide de ce programme VB on a aussi pu faire :

- Capturez des images fixes.
- Capturez une image vidéo avec ou sans partie audio.
- Sauvegardez les images capturer au format BMP ou JPG avec ou sans redimensionnement.

III. APPLICATION DEDIEE A LA COMPRESSION D'IMAGE BMP2JPG

Compte tenu du poids important des images radiologiques, il apparaît indispensable de trouver un moyen de réduire les volumes transmis afin d'aboutir à des temps de transfert corrects surtout si les réseaux utilisés ont une faible bande passante. Cette étape de compression des données représente donc un point crucial dans la chaîne de téléradiologie puisqu'elle va permettre d'envoyer plus de données pour un même temps de transfert, et de diminuer ce temps pour une même quantité d'informations émises.

III.1 Principe de la compression :

En informatique et en théorie de l'information, la compression de données est un processus d'encodage de l'information qui utilise moins de bits que n'aurait nécessité une représentation non encodée. On remarque en effet lors de l'analyse du contenu d'un fichier image que certaines informations qu'il contient sont redondantes.

En compression d'images numériques, il y a trois types de redondances :

✓ **Redondances de code**

Une redondance apparaît dans le code d'une image si ses niveaux de couleur sont codés d'une façon qui utilise plus de symboles que strictement nécessaire. Par exemple une image nativement en niveaux de gris codée en vraies couleurs.

✓ **Redondances inter-pixels**

Des calculs statistiques effectués aux niveaux des pixels montrent qu'il existe des images pour lesquelles des niveaux de couleur se répètent de façon périodique. D'autres calculs montrent la forte corrélation qui existe entre des pixels adjacents. Ceci nous permet de prédire la valeur d'un pixel à partir de la connaissance des valeurs de ses voisins. On peut donc représenter une image en n'utilisant que la différence qu'il y a d'un pixel à un autre.

✓ **Redondances psycho visuelles**

La visualisation d'une image ne requiert pas l'analyse quantitative de chaque pixel. Seuls certains éléments clés, comme par exemple les lignes de changement de couleur, vont permettre au cerveau de reconstituer l'image. Les autres informations sont dites psycho visuellement redondantes. Elles peuvent donc être éliminées sans affecter de façon significative la lisibilité de l'image. L'élimination de ces redondances introduit une perte quantitative d'informations : c'est une quantification. Cette opération est irréversible et conduit à une compression avec pertes.

Ces types de redondance sont exploités dans les méthodes de compression d'images avec et sans perte d'information.

III.2 Les méthodes de compression :

La compression des images d'un examen est une solution simple pour diminuer le volume de données à transférer et par conséquent accélérer les transmissions entre deux stations de téléradiologie.

Cette compression peut se faire selon plusieurs types d'algorithmes décrits dans le standard DICOM, comme le JPEG avec perte d'information (JPEG lossy), le JPEG sans perte d'information (JPEG lossless), ou encore grâce à des algorithmes, comme le RLE (Run Length Encoding) ou le JPEG 2000, récemment inclus dans la norme, faisant appel à un traitement mathématique par ondelettes. Certaines solutions proposent d'autres méthodes de compression (sans perte ZIP dans DicomWorks). On distingue donc 2 types de compressions : d'une part celles qui induisent une perte d'information, en général plus performantes, mais irréversibles et exposant au compromis permanent entre qualité et taille des images ; d'autre part, celles qui sont dites sans perte, ou bien aussi réversibles, pour lesquelles on peut restituer l'ensemble des données à l'identique.

✓ Compression sans perte de données

Pour ce qui est des applications utilisables sans perte de données, nous nous étendrons surtout sur le format zip. En effet, il s'agit du format le plus répandu à l'heure actuelle et ce format dispose de plusieurs applications gratuites. L'avantage de l'utilisation de ce type de compression en téléradiologie est triple.

- Tout d'abord il s'agit d'une compression sans perte de données, les fichiers initiaux comprimés seront donc restitués après décompression.
- Ensuite ce mode de compression est portable et très répandu. Les fichiers comprimés pourront donc être décompressés sur quasiment tous les ordinateurs sans achat de logiciels supplémentaires.
- Enfin les possibilités de compacter plusieurs fichiers dans un seul fichier zip limitent les problèmes éventuels de dispersion des fichiers lors de leur envoi ou à la réception et offre un gain de temps certain. Le pourcentage de réduction obtenu dépend de la taille de l'entrée et de la distribution des sous chaînes de caractères communs.

✓ **Compression avec perte d'information :**

Il existe de nombreux algorithmes de compression avec perte d'information. Leur principe commun repose sur le fait qu'au-delà d'un certain seuil de compression, il devient impossible de réduire le volume des données sans consentir à en perdre une partie. Une image comprimée avec ce type d'algorithme sera donc, après décompression, différente de l'image initiale : elle aura perdu en qualité, de façon plus ou moins importante, et de manière irréversible.

Dans ce domaine le format JPEG est le format de compression graphique le plus répandu dans le domaine médical mais aussi dans le domaine de l'informatique générale.

III.3 La compression non-conservatrice : la norme JPEG

Principe et fonctionnement théorique du JPEG :

La compression JPEG (**J**oin **P**hotographic **E**xpert **G**roup) met en œuvre à la fois des méthodes de compressions conservatrices, telles que les compressions RLE et Hoffman, et des méthodes destructrices.

La compression JPEG se déroule selon des étapes principales indépendants les uns des autres, schématiser dans cette figure que nous allons détailler :

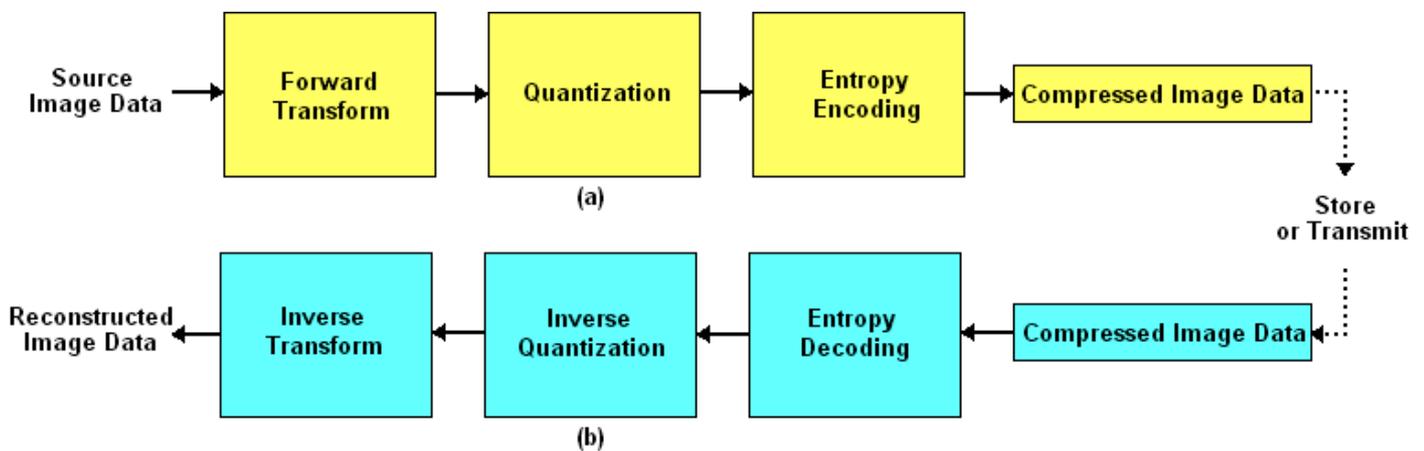


Fig. II.4 Organigramme représentant les étapes de la compression JPEG

1-La Transformation en Cosinus Discrète :

La Transformation en Cosinus Discrète (abrégée DCT pour Discret Cosinus Transforming, en anglais) est le processus clé de la compression JPEG. Cette dernière permet de changer le domaine d'étude d'une fonction tout en la conservant à l'identique. Dans le cas d'une image, il s'agit d'une fonction à trois dimensions : x et y, qui indiquent la position du pixel et z la valeur de la couleur du pixel en question. Ces trois variables sont transformées en deux chaînes de fréquences : une chaîne en abscisses et une chaîne en ordonnées.

Les hautes fréquences représentent les changements rapides de couleur d'un pixel à l'autre. De tels changements sont assez rares, ce qui permet de représenter une image complète avec peu de valeurs élevées, donc nécessitant peu d'espace sur un disque dur.

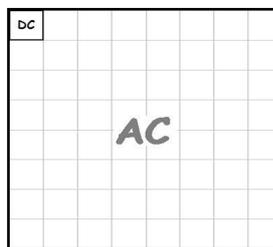
La DCT se calcule selon l'équation suivante :

$$DCT(i, j) = \frac{2}{N} C(i)C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} pixel(x, y) \cos \left[\frac{(2x + 1)i\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y + 1)j\pi}{2N} \right]$$

Avec
$$C(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{pour } x = 0 \\ 1 & \text{pour } x > 0 \end{cases}$$

Pour une matrice carrée de 8 fois 8 pixels (nous verrons en effet que la DCT s'applique uniquement pour de telles matrices), le pixel de coordonnées (0 ; 0) est appelé Composant Direct (Direct Component, abrégé DC), et a pour valeur la moyenne de chacun des éléments de la matrice avant l'application de la DCT. Le DC a donc la valeur la plus élevée de la matrice à laquelle il appartient. Les autres composants sont appelés Composants Alternatifs (Alternative Component, AC). [9]

Une matrice carrée de 8 fois 8 éléments peut donc se représenter ainsi :



En conséquence de cette transformation, plus on s'éloigne du Composant Direct, plus les fréquences prennent des valeurs élevées.

On applique ensuite, pour chaque bloc de 64 pixels, la DCT (Discret Cosinus Transforming) indépendamment des autres blocs. Il faut utiliser une autre méthode pour les pixels en bordures d'images, avec lesquels il est impossible de créer des matrices de 64 pixels.

La DCT renvoie une matrice de 64 nombres pour chaque bloc.

a) Run-length Encoding (RLE)

RLE est un algorithme de compression des données qui est utilisé par la plupart des formats de fichiers bitmaps tels que TIFF, BMP et PCX. Il a été créé pour compresser n'importe quel type de données sans tenir compte de l'information qu'elle contient. Toutefois le contenu des données va affecter le taux de compression qu'il pourra atteindre. Bien que la plupart des algorithmes RLE ne puissent pas atteindre les forts taux de compression d'autres méthodes de compression plus avancées, RLE est à la fois simple à implémenter et rapide à l'exécution.

RLE est l'une des méthodes les plus simples et la plus utilisée. Tout son secret consiste à identifier et supprimer des redondances d'informations en les codant sous une forme plus compacte. RLE s'emploie à réduire la taille physique d'une répétition de chaîne de caractère. Cette chaîne répétée est appelée un passage (*run*) et est typiquement codée avec 2 bytes. Le premier byte représente le nombre de caractères dans le passage et est appelé le compteur de passage (*run count*). Il peut prendre une valeur comprise entre 0h et 128h ou 256h. Le second byte est la valeur du caractère dans le passage qui peut prendre la valeur 0h à FFh. Ce dernier byte est appelé la valeur du passage (*run value*).

Non compressé, le passage comprenant 15 caractères "A" devrait normalement prendre 15 bytes à stocker.

AAAAAAAAAAAAAAAA

La même chaîne après codage ne prend plus que 2 bytes : **15A**

Le "15A" généré pour représenter la chaîne de caractère est appelé un paquet RLE (RLE packet). Ici, le compteur de passage contient le nombre de répétitions soit 15. Le deuxième byte "A", la valeur du passage, contient la valeur répétée dans le passage.

Si l'on suppose que notre chaîne de 15 caractères contient maintenant 4 passages différents

AAAAAAbbXXXXt

En utilisant le codage RLE, cette chaîne pourra être compressée en 4 paquets de 2 bytes.

6A3b5X1t

Par exemple le texte ASCII constitué principalement de caractères uniques:

Cannibalisation

Après le codage RLE : **1C1a2n1i1b1a1l1i1s1a1t1i1o1n**

On peut déduire de tout cela que le codage RLE est simple et efficace mais que l'efficacité de la compression dépend fortement du type de données à encoder. Une image en noir et blanc constituée d'une grande partie de blanc s'encodera très facilement en raison de la grande quantité contiguë de données identiques.

A l'inverse, une image photographique constituée de beaucoup de couleurs différentes s'encodera très difficilement. (C'est l'une des raisons pour laquelle on exprime la complexité d'une image en fonction du nombre de couleurs différentes qu'elle contient).

Les Variantes de RLE

Il y a plusieurs variantes du codage RLE. Les données sont normalement traitées dans un processus séquentiel qui prend des flots de données unidimensionnels plutôt que bidimensionnel.

Dans un processus séquentiel, un bitmap est codé en commençant dans le coin en haut à gauche et en continuant de gauche à droite à travers chaque ligne jusqu'au coin inférieur droit de l'image. Mais des schémas alternatifs de RLE peuvent être écrits de telles manières qu'ils encodent les données de manière verticale, colonne par colonne ou bien par flots de 4 x 4 pixels ou encore en zigzag. De singulières variantes comme cette dernière sont utilisées dans des applications très spécialisées mais sont relativement rares.

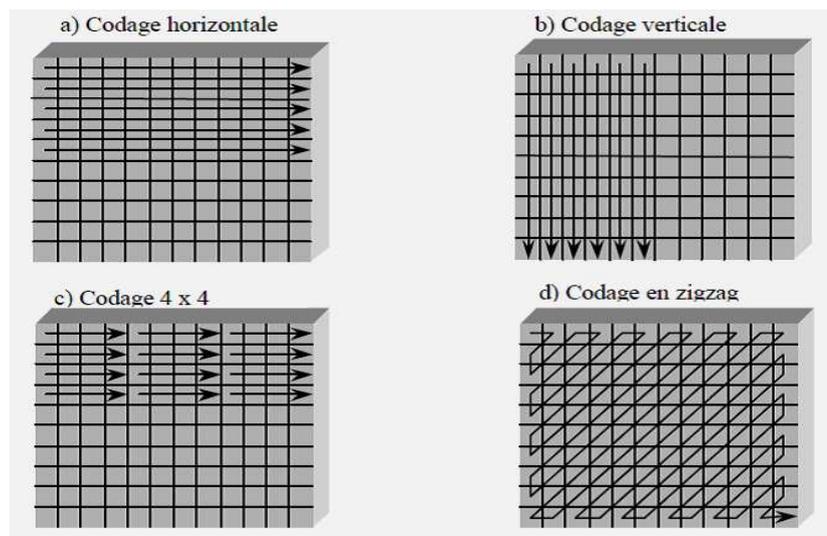


Fig. II.5 Les variantes RLE

b) L’algorithme Huffman

Le codage Huffman, du nom de celui qui l’a inventé, consiste à réaliser une statistique de la fréquence d’apparition de chaque valeur du fichier à compresser. Plus d’un élément apparaît fréquemment, moins il occupera de bits lors du codage. Il faut donc déterminer quel sera le code de chaque élément. Pour ce faire, on construit l’arbre de Huffman selon la méthode suivante :

_ On calcule la fréquence d’apparition de chaque caractère (que l’on nomme aussi poids) et on la classe par ordre croissant.

_ On assemble les caractères de plus faibles fréquences par paires. La somme des deux fréquences assemblées constitue un nœud, dont la valeur est égale à la somme des poids qui l'ont composé. Le lien entre deux poids est appelée branche.

_ On répète le même processus jusqu' à ce qu'il ne reste qu'un seul poids. On affecte ensuite à chaque branche dirigée vers la gauche un bit de valeur 0 et à chaque branche dirigée vers la droite un bit de valeur 1 (ou inversement).

_ Pour connaître le code correspondant à chaque caractère, il faut partir de la racine puis descendre branche par branche vers le caractère recherché, en utilisant toujours le chemin le plus court. Les bits de poids forts sont ceux qui sont les plus proches de la racine de l'arbre.

L'arbre de Huffman correspondant à la chaîne de caractères "PAGES EMENTGAMAMELISSA GALLINA THOMAS" est donc (les espaces sont notés Esp): [9]

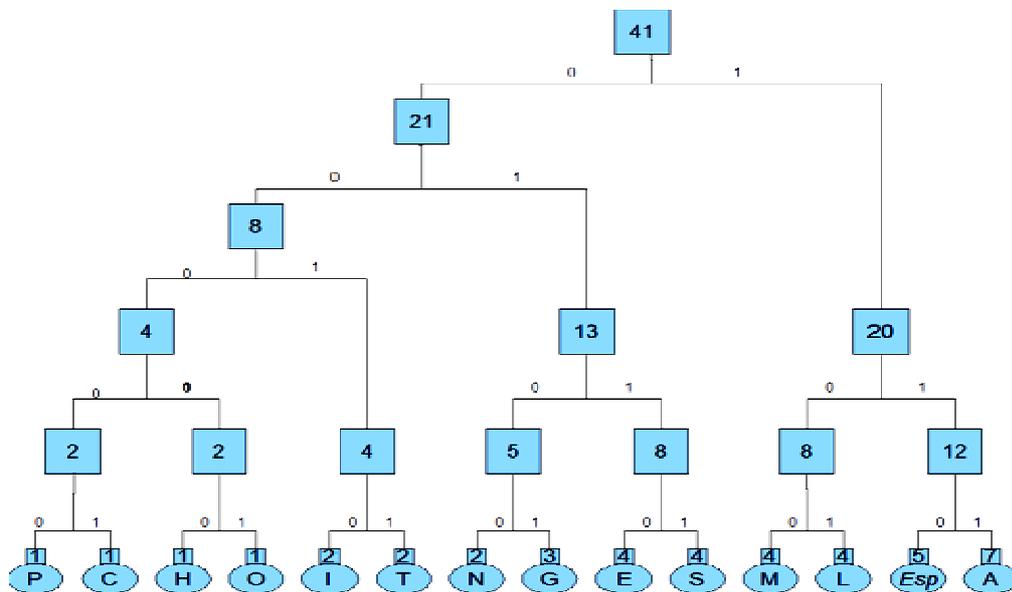


Fig. II.6 Schéma L'arbre de Huffman

Les caractères M, L, A sont codés sur 3 bits tandis que les caractères I, T, N, G, E et S sont codés sur 4 bits et les caractères P, C, H et O sur 5 bits. La lettre A est codée avec les valeurs 111(2) et la lettre P avec les bits 00000(2). [9]

III.4 Mesure de performance :

Pour évaluer la compression, Il existe un certain nombre d'outils qui permettent de mesurer l'efficacité des algorithmes selon plusieurs critères :

Le taux de compression : s'exprime en général en pourcentages et est égal à l'inverse du quotient de

$$\text{compression : } T_{compression} = \frac{1}{Q_{compression}} = \frac{\text{taille finale}}{\text{taille initiale}}$$

Le quotient de compression : il se calcule en divisant l'espace d'origine occupé par l'image par sa

$$\text{taille après compression : } Q_{compression} = \frac{\text{taille initiale}}{\text{taille finale}}$$

Le gain de compression : il s'exprime également en pourcentages et se calcule selon l'équation :

$$G_{compression} = 1 - T_{compression}$$

L'erreur quadratique moyenne : Elle permet de mesurer l'impact des algorithmes non-conservateurs sur les images. Elle se calcule avec la formule suivante :

$$EQM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} (n'_i - n_i)^2$$

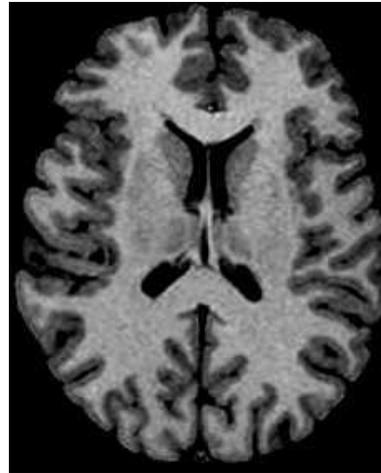
Avec N le nombre d'éléments compressés (dans notre cas, des pixels) ; n'_i un élément (donc un pixel) compressé, obtenu à partir du pixel d'origine n_i . [9]

III.5 Résultats expérimentés :

Nous avons testé notre approche de compression sur une séquence de coupes IRM 2D, en niveau de gris sous un format graphique BMP et nous avons eu les résultats si dessous :



Coupe initiale (BMP)



Coupe compressée (JPEG)

Fig. II.7 compression d'une coupe IRM

Dans ce papier, nous avons proposé une approche de compression des images médicales sous un environnement Visual Basic basant sur l'utilisation d'une dll « BMP2JPJ.dll ». Cette approche a été testée sur des images médicales (coupes 2D), les résultats obtenus sont satisfaisants ; des taux de compression intéressants et une bonne qualité des coupes reconstruites, notre méthode permet de mieux préserver les fines structures et produit des images de meilleure qualité globale, ce qui est d'importance pour les applications médicales.

Dans l'algorithme proposé, plusieurs paramètres peuvent être joués, la dimension de l'image ainsi que la qualité est réglable de 1 jusqu'au 100 ces paramètres modifiable influent sur le compromis qualité de reconstruction - taux de compression.

La compression des images médicales apparaît donc incontournable, elle consiste à minimiser le nombre de bits nécessaire à une représentation fidèle de l'image originale et d'accéder uniquement à l'information requise, allégeant ainsi les transferts et autorisant un accès à distance aux données.

Taille initiale=196ko

Taille finale =12ko

Taux de compression=0,0612

Le quotient de compression = 16,339

Le gain de compression =0.9388

IV. APPLICATION DEDIEE A LA GESTION D'UNE BASE DE DONNES

Après avoir appris à récupérer les données saisies par l'utilisateur, on a cherché un moyen de les stocker, les écrire dans des fichiers dans le but de s'en servir plus tard c'est le concept d'une base de données.

Toutefois les données sont stocker dans les bases de données on peut faire tout un tas de manipulations que l'on ne pourra que difficilement faire avec les fichiers.

Dans une base de données, les données sont plus organisées et structurées de façon ordonnée ce qui les rend facilement accessibles.

La création d'une base de données et définir ces éléments peuvent se faire de plusieurs façons :

- ✓ Avec un logiciel spécifique :
Il existe plusieurs logiciel servent à créer une base de données ; parmi les plus populaire on retrouve dbase, Microsoft Access, paradox,
- ✓ A l'aide de du logiciel DICOM Works cette base de données regroupe toute les informations nécessaires a l'identification du patient.
- ✓ A l'aide d'un programme spécifique écrit avec Visual basic.

IV.1 Définition d'une base de données :

Une base de données est un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par l'ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en un temps opportun. Dans une base de données, les données sont plus organisées et structurées de façon ordonnée. Ce qui les rend facilement accessibles.

Une base de données est d'abord faite pour être gérée. Le Système de Gestion de Base de Données (SGBD) est un outil qui est Pour la gestion d'une base de données. Il est composé d'une base de données et d'un réseau de poste de travail consultant ou mettant à jour les données.

IV.2 Le Système de Gestion de Bases de Données :

Un Système de Gestion de Bases de Données (S.G.B.D.) représente un ensemble coordonné de logiciels qui permet de décrire, manipulé, traiter les ensembles de données formant la base. Il doit également assurer la sécurité et la confidentialité des données dans un environnement où de nombreux utilisateurs ayant des besoins variés peuvent interagir simultanément sur ces données. Il doit pouvoir être utilisé par des non-informaticiens. Il doit assurer la définition des structures de stockage et des structures de données et le suivi de leurs évolutions ; c'est ce qu'on appelle l'administration des données. Il doit pouvoir au maximum vérifier la cohérence des données. Le SGBD sert donc d'interface entre les programmes d'application des utilisateurs d'une part, et la base de données d'autre part.

Microsoft Access est un SGBD dont nous allons étudier leur fonctionnement.

Les principaux buts d'un SGBD sont donc :

Consultation optimisées des données

On peut avoir différentes options classiques sur la manipulation des données : consultation, insertion, modification et suppression.

Gestion des accès aux données

Des systèmes de privilèges sont intégrés dans un SGBD, ce qui leur permet de gérer l'autorisation d'accès aux données. Un SGBD possède des mécanismes intégrés permettant de gérer les accès simultanés sans que les utilisateurs n'aient besoin de s'en occuper.

Le maintien de la cohérence des données entre elles et le contrôle d'intégrité

La cohérence des données est basée sur le respect des contraintes d'intégrité qui sont des conditions auxquelles doivent satisfaire les données pour être acceptées dans la base. [10], [11]

IV.3 La base de données sous Access :

Microsoft Access qui est un logiciel qui permet de créer, de modifier, d'exploiter des bases de données. Il s'agit donc de présenter de manière structurée un ensemble d'informations. Il offre un ensemble d'outils permettant de saisir, de mettre à jour, de manipuler, d'interroger et d'imprimer des données.

Dans Access, les informations doivent être segmentées en données qui sont stockées dans des tables. Une table est donc un ensemble de données, organisées en lignes et en colonnes. On peut stocker dans une table n'importe quel type d'information (texte, chiffres, graphisme, son, etc...) Chaque table est divisée en enregistrements, les enregistrements étant l'ensemble des données relatives aux mêmes informations qui ont elles-mêmes divisé l'enregistrement en plusieurs parties, chaque partie s'appelle un champ. Le champ contient une partie des informations de chaque enregistrement.

Une base de données contient aussi, Les formulaires en ligne qui vous permettent de consulter, d'ajouter et de mettre à jour les données des tables. Les requêtes vous permettent de rechercher et de récupérer les données que vous voulez. Quant aux états, ils servent à analyser et à imprimer les données selon la mise en page de votre choix. [10]

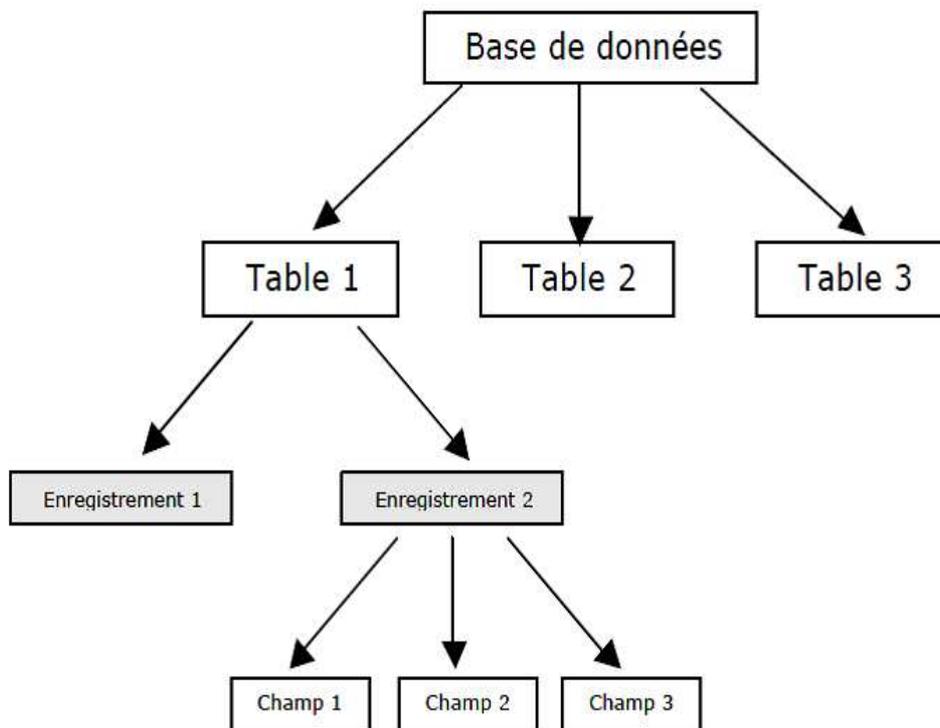


Fig. II.8 Organisation d'une base de données

IV.4 La base de données sous Visual Basic :

Visual basic est un outil puissant de développement en prise directe avec les nouvelles technologies, dans notre réalisation d'une base de données on a tracé un diagramme qui montre la hiérarchie des objets en de base Visual , cette hiérarchie est schématisé dans la figure ci-dessous.

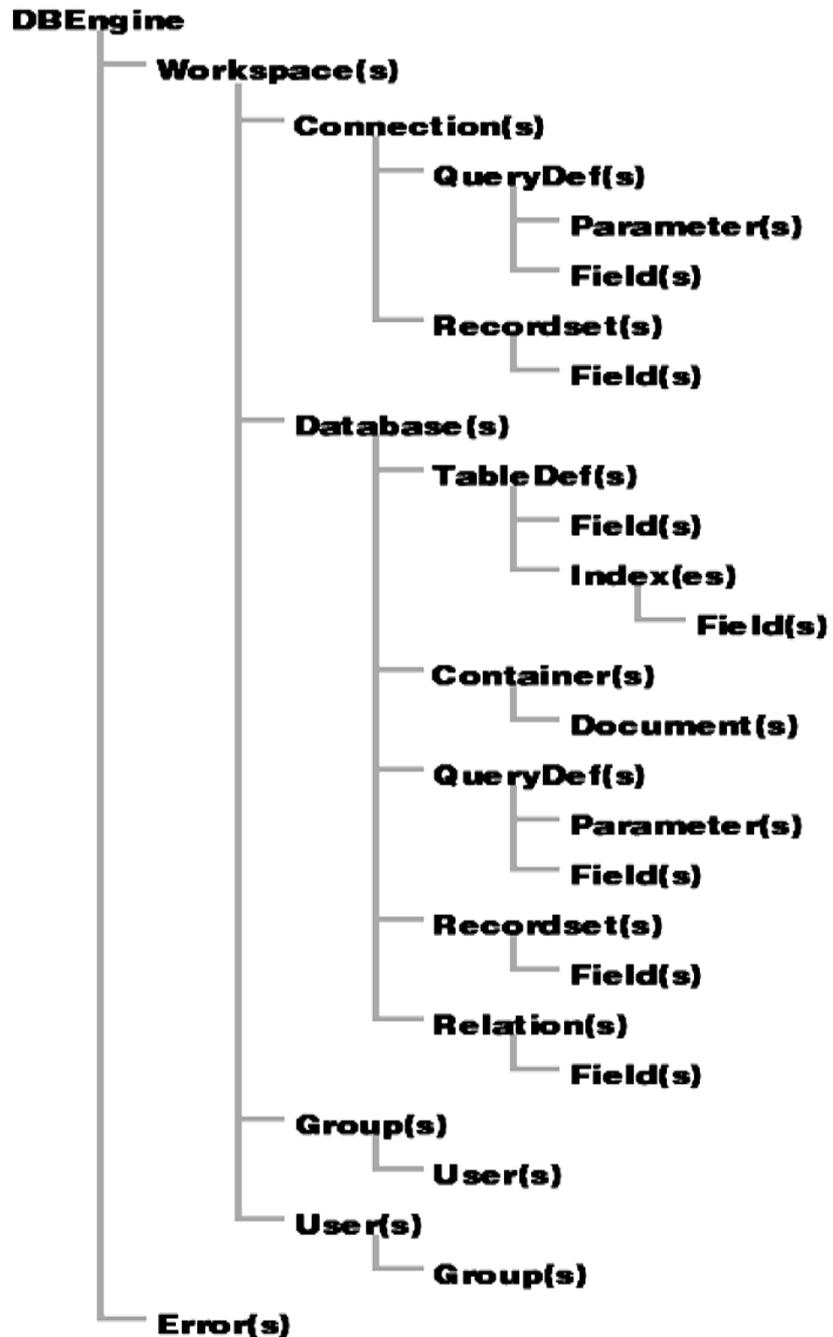


Fig. II.9 la structure d'une base de données sous Visual Basic

Visual basic permet la création d'une base de données Access et d'accéder aux données enregistrer dans cette base à l'aide d'un programme spécifique détaillé ci-dessous.

La première phase de notre application consiste a crée une base de données, pour se faire on a suivit ses étapes :

1. Create data base :

Une base de donné au format Access est entièrement comprise dans un fichier d'extension MDB, qui contient principalement deux type de donnés. D'une part des informations structurelles, qui définissent la table, les champs dans les tables (nom, type, longueur...), les index et des requêtes. D'autre part, les données elles mêmes les programmes Visual basic peuvent accéder ces deux types de données.

La création d'une base de données au format Access se fait à l'aide de l'instruction CreateDatabase en respectant la syntaxe :

```
Set db = CreateDatabase (nom-base)[,locale[,options]]
```

L'objet data base permet la création d'une base de données,

Nom-base doit être le nom du fichier, dont l'extension normale est MDB. Locale permet de fournir des informations sur le code de nationalité, par exemple DB_LANG_GENERAL pour français .option, enfin, peut être une combinaison de DB_ENCRYPT, pour coder la base, et de db_version10 pour créer une base au format Access.

Voila un exemple d'utilisation de cette instruction :

```
Set dbDatabase = CreateDatabase("C:\PATIENT.MDB", DB_LANG_GENERAL)
```

Mais l'instruction CreateDatabase ne fait que créer une coquille vide, une base de donné sans aucune table, donc inutilisable.

Pour que l'utilisateur puisse y placer des données, il faut définir une ou plusieurs tables, et dans chaque table des champs et éventuellement des index pour cela, on peut procéder de la façon suivante, pour chaque table de base :

- Créer un nouvel objet TableDef, et donner des valeurs a ses attributs.

Pour chaque champ de la table :

- Créer un nouvel objet Field, et donner des valeurs a ses attributs.
- Ajouter cet objet à la collection Fields de la table, avec la méthode Append.

Pour chaque index de la table :

- Créer un nouvel objet index et donner des valeurs a ses attributs.
- Ajouter cet objet a la collection indexes de la table, avec la méthode Append.
- Ajouter l'objet TableDef à la collection TableDefs de la base, avec la méthode Append.

Après avoir créé la base de données soit d'une façon direct sous Access soit sous VB on a développée un programme qui consiste a un formulaire simple pour pouvoir accéder à la base de données et de sauvegarder toute information saisis d'un la table de la base de données.

Ce programme est écrit sous VB gère des différentes taches : l'ouverture de la base, l'ouverture de la table, la création d'un enregistrement, la modification d'un enregistrement et même la suppression.

The screenshot shows a Windows application window titled "PATIENT". The window contains several input fields and buttons:

- Input fields for "First Name / LastName", "N° patient", "Date", "City", and "Phone Number".
- A large text area labeled "COMMENTAIRE".
- A list box labeled "LIST OF PATIENTS NAME".
- Buttons labeled "ADD NAME" and "DELETE NAME LIST".
- A "DATA TABLE" section containing buttons for "Previous", "Next / ADD", "DELETE", and a dropdown menu labeled "Base de données".

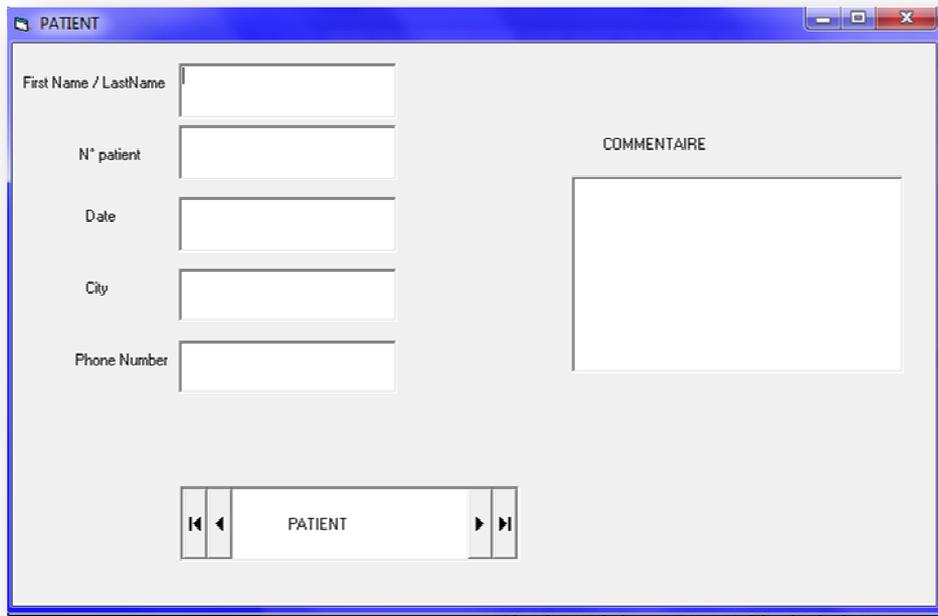


Fig. II.10 Interface d'utilisateur

En résumé que cette application est un moyen nécessaire pour conserver toute information importante à l'identification du patient mais aussi pour s'informer sur le cas pathologique du patient.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté d'une manière générale la pratique de la téléradiologie à partir de nos applications réalisées et qui prouvent l'indispensabilité de la téléradiologie dans la pratique médicale quotidienne qui est tout à fait au service du patient.

Donc la téléradiologie est un outil puissant qui a prouvé son efficacité dans de multiples applications. Elle permet d'améliorer la rapidité et la qualité des soins, de délivrer une expertise radiologique spécialisée dans les hôpitaux isolés, et de rompre l'isolement médical des populations vivant dans les zones éloignées des grands centres urbains dans lesquels se concentrent les praticiens. Aujourd'hui et grâce au développement énorme dans l'équipement médical il est nécessaire de mettre en place d'un standard de communication dans le cadre d'échange médicale et le stockage des images médicales C'est La norme DICOM d'on va parler dans le chapitre suivant cette norme qui a facilité la transmission des examens radiologiques à travers les réseaux informatiques Ils font partie du quotidien des radiologues.

CHAPITRE III :

Mise en œuvre du logiciel DICOM

I. Introduction :

Les croissantes évolutions des systèmes d'acquisition d'images, et d'archivage de l'information dans le cadre médical, et vu d'important besoin en connectivité et en inter- opérabilité des équipements médicaux et d'aider à la manipulation et à la visualisation d'images, les professionnels Médical et les fabricants d'équipements médicaux ont développé dans un effort international commun le standard DICOM (Digital Imaging C0mmunication in M0dicine).

La norme a été créée par l'ACR (American Collège of Radiologie) en association avec la NEMA (National Electrical Manufactures Association). Elle est régulièrement mise à jour par ces deux comités auxquels se sont joints d'autres comités d'experts internationaux tels le JRIA au japon, l'ANSI aux USA, le CENTC251 en Europe.

DICOM a été développé pour faire normalisées les images médicales et les données associées aux patients dans le but d'établir un échange plus facile et rapide.

Sans compter que celui, DICOM définit le réseau orienté services pour le transfert ou l'impression des images, médias formats pour l'échange de données, gestion de déroulement des opérations, uniformité et qualité de présentation et conditions de la conformité des dispositifs et des programmes.

Dans ce chapitre Nous allons tenter de cerner cette norme, le point important est la compréhension de l'organisation du document de conformité. Il implémente principalement des classes SOP (Service Object Pair) qui définissent des types de services à accomplir et les informations que les fichiers DICOM devront y contenir. C'est plus précisément sur le deuxième aspect de la définition d'une classe SOP que nous nous attardons dans la suite. Nous allons présenter comment la norme organise des informations assignées pour chaque image, afin qu'à terme nous sachions comment manipuler des fichiers DICOM sans le corrompre et en fin en va s'intéresser à la transformation DICOM des images médicales et au traitement d'image par DICOM ainsi qu'aux méthodes de transfert des images via un réseau.

II. Définition du DICOM :

La norme DICOM " **D**igital **I**maging and **C**ommunication in **M**édecine " est un document qui définit une méthode de communication pour les différents équipements d'imagerie médicale numérique. Il a été développé pour combler les besoins des constructeurs et des utilisateurs de matériel d'imagerie médicale.

La norme DICOM ne définit pas qu'un simple format d'image. Elle définit des méthodes de connections, de transfert et d'identification des données médicales. C'est à partir d'un Document de Conformité émis par chacune des machines respectant cette norme qu'il est possible d'interconnecter des appareils.

Ainsi la norme permet aux équipements de communiquer localement, à distance ou au travers d'un média en assurant la compatibilité des équipements et en éliminant les formats propriétaires. Le but est d'obtenir les images du patient ainsi que toutes les informations associées dans un format identique permettant l'interconnections et l'inter-action (interoperability) des équipements et le transfert des données.

III. La constitution d'un fichier DICOM :

La production quotidienne massive d'images médicales ne peut être archivée dans un format commun de type JPEG ou GIF car il aurait un risque de pertes des données démographiques de l'image, (nom du patient, type d'examen, hôpital, date d'examen, type d'acquisition etc..).

Le format DICOM permet de rendre unique chaque image produite et de leur associer des informations spécifiques. Ainsi chaque image est autonome, si elle est perdue, reproduite ou renommée, il est toujours possible d'identifier formellement son origine, le patient, la date, la série d'où elle provient, les paramètres d'acquisition etc...

Le format est de taille variable, Il contient des informations obligatoires et d'autres optionnelles. Chaque image DICOM contient obligatoirement plusieurs types de numéros d'identification unique UID (Unique Identifier) générés automatiquement par les appareils. Il ne peut exister deux UID identiques pour désigner des informations différentes, et ceci quelque soit la machine et sa localisation. Cette unicité est nécessaire non seulement pour des raisons médico/médico-légal, mais aussi pour permettre la formation et la gestion de bases de données. [20]

Nous distinguons dans le tableau III.1 suivant les IUD obligatoires :

SOP Class UID	Identifie le type de service auquel est destinée l'image. <ul style="list-style-type: none"> • Storage Service Class • Query/Retrieve Service Class
Study Instance UID	Identifie un examen entier, en temps lieu.
Séries Instance UID	Identifie une série d'images au sein de l'examen.
SOP Instance UID ou image UID	Identifie l'image associée au fichier.

Tab. III.1 Les UID obligatoire dans un fichier DICOM

IV. Principes du SOP :

La norme DICOM est un langage orientée objet. Chaque objet DICOM, le plus souvent une image, contient à la fois des informations (nom du patient, pixels de l'image, etc..) et des fonctions (imprimer, sauvegarder, etc..) que doit subir ces informations.

Le traitement DICOM d'une information consiste donc à apparier un objet DICOM (Information Object) à une fonction spécifique (Service Class), Cette combinaison est appelée **Service/Object Pair (SOP)**.

Information sur Objet + Classe de Service = SOP

Ou par exemple :

Une Image + Imprimer = Un service DICOM

Cette parité Objet/Service est l'élément principal de la conformité à la norme. Elle est identifiée par un identifiant unique UID : SOP Class UID.

Pour ce conformer à une Classe de Parité Objet/Service, une machine doit pouvoir gérer un type particulier d'image et réaliser un type spécifique de traitement (ou service) correspondant à la définition de « Classe de Parité ».

Le tableau 1.2 ci-dessous présente les principales Classes de Service disponible dans la norme. [20]

Classes de Service	Type de Service
Vérification Service Class	Utilisé pour les tests et permet de savoir si les machines sont connectées. cette classe n'est pas associée à un objet DICOM, elle envoie l'information sous la forme d'un affichage.
Storage Service Class	Permet la sauvegarde et le transfert des images entre deux entités applicatives DICOM.
Media Storage service	La variante media Storage class spécifie les échanges entre deux machines par l'intermédiaire d'un media (CDrom,...).
Query /Retrieve	Implémente des commandes type : FIND permet de demander une liste d'image .Move et GET permettant d'initier un transfert effectué via la classe Storage Service Class.
Study contents Notification	Utilisées pour notifier l'arrivée d'une nouvelle image ou série d'images.
Print Management	Permet la connections avec reprographe, spécifie le type d'image.
Patient Management	Permet d'interfacer la machine au réseau hospitalier. Gestion des données des patients,... admission et sortie des patients.
Study Management	Création, gestion de rendez vous, suivi des examens.
Result Management	Permet la gestion des résultats des examens.

Tab.III.2 les principales classes de service

V. Organisation des données dans un fichier DICOM :

Le format de fichier DICOM, abrégé format DICOM, comprends les données correspondantes aux pixels de l'image, habituellement ces données sont groupées à la fin du fichier DICOM, elles sont précédées par d'autres données techniques et démographiques.

L'organisation de l'information contenue dans les fichiers DICOM a été inspirée par la sauvegarde des données sur des bandes magnétiques. L'information est organisée sous une forme séquentielle. C'est à dire : chaque donnée elle-même, un identifiant pour chacune de ces données et leur taille (en octets) qu'elles occupent sur le fichier.

Chaque information élémentaire est donc constituée de 3 champs de données.

- Le premier champ est code sur 8 octets, il s'agit d'une "balise" ou "tag", répertoriée dans le dictionnaire DICOM, qui indique le type d'information qui va suivre.
- Le deuxième champ de 8 octets indique la longueur de l'information contenue dans le 3eme champs, jusqu' a la balise suivante.
- Le 3eme champ constitue les données elles-mêmes (du texte ou une image)

VI. Transformation DICOM des images :

La transformation DICOM ou encore DICOMISATION va consister à placer les données d'image brutes dans un fichier conteneur DICOM contenant toutes les métadonnées indispensables à l'identification du patient, de l'origine du cliché (modalité initiale, date et heure de l'examen, injection de contraste ou non, orientation particulière, et de sa technique de numérisation (type de numériseur utilisé, méthode de compression des données, nouvelle matrice, dynamique d'image, nom de la personne ayant numérisé les images, date et heure de numérisation, etc..).

La transformation DICOM des images va attribuer à chaque image des numéros d'instance, de série et d'examen uniques (respectivement SOP instance UID, SeriesInstance UID et StudyInstance UID), qui l'identifieront définitivement dans n'importe quel système PACS ou de téléradiologie.

Cette transformation est une mise à la norme des images. Elle diminue grandement le risque d'erreur médicale car si l'image est correctement identifiée au départ, elle est définitivement associée au patient, à la différence d'une image brute (de type JPEG par exemple) pour laquelle le titre peut être modifié ou confondu pendant les multiples étapes de sa transmission.

La numérisation des images au format DICOM s'inclut dans certains protocoles de traçabilité et de sécurisation des données.

VII. Interface du logiciel DICOM Works:

Le DICOM WORK est un logiciel qui est inclus dans une solution de téléradiologie permettant la dicomisation, la télétransmission, la gestion et la lecture d'images à distance destiné aux radiologues, en vue d'importer des différents formats bureautiques (jpeg, tiff, dicom, avi, bmp, etc...) ou exporter des données en html, ftp, mail, PowerPoint, etc..,

La visionneuse permet de zoomer, déplacer, filtrer, lisser etc. Il est aussi possible de sauvegarder, compresser les archives.

Ce Logiciels permettant de saisir dans un formulaire des données simples, concernant le patient, l'examen, la série d'images, et de compiler l'ensemble dans un ou plusieurs fichiers DICOM.

Il permet de se connecter à un système d'informations médicales (SIH) ou radiologiques (RIS) et de sélectionner un patient dans le système d'informations hospitalier et de créer un nouvel examen (unique) à la date convenue pour qu'il apparaisse dans une liste de travail. Cette liste de travail est accessible dans le logiciel de numérisation qui peut en extraire les données afin de les intégrer directement dans les fichiers DICOM. Les fichiers ainsi créés seront parfaitement synchronisés avec le système d'informations hospitalier.

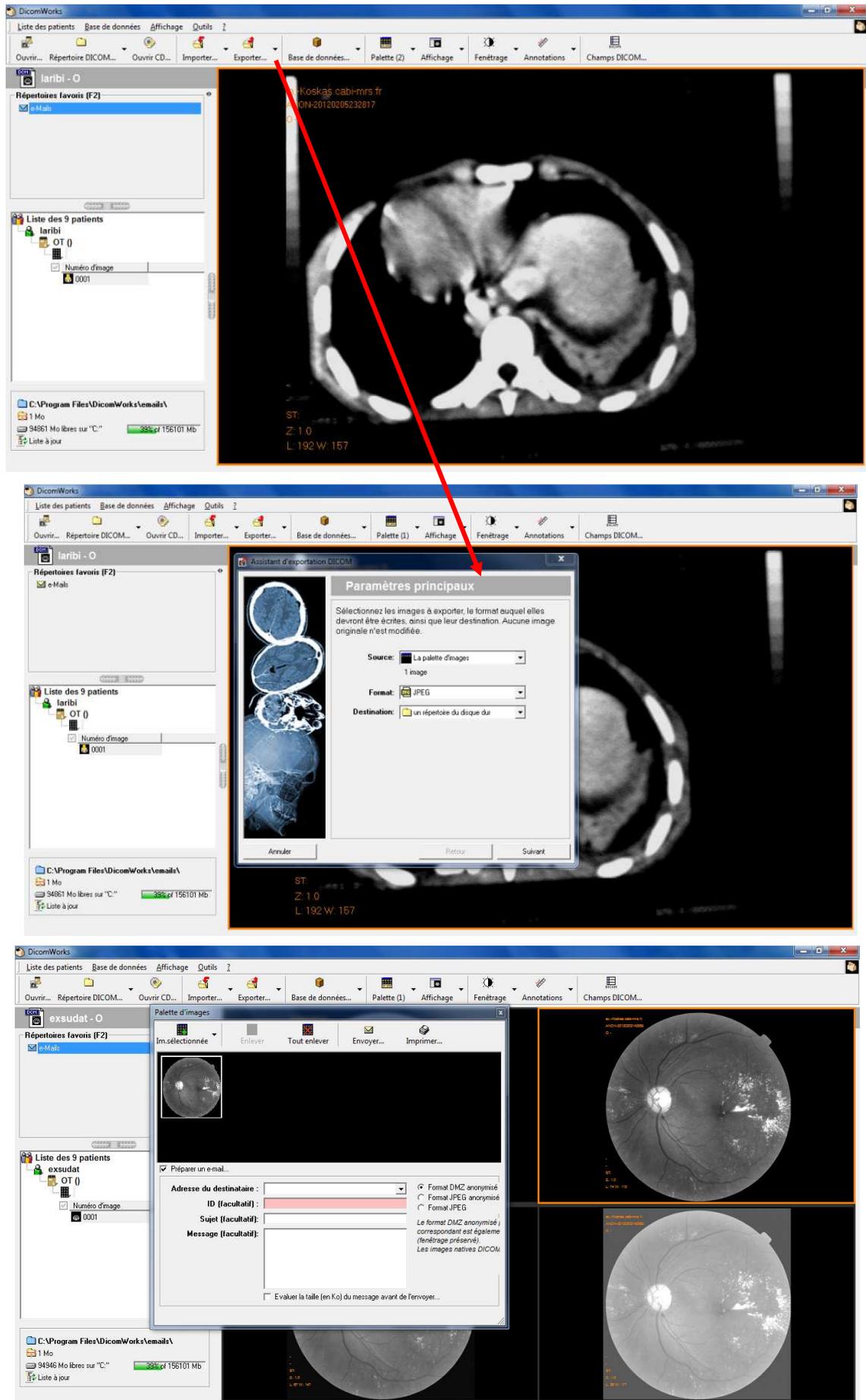


Fig. III.1 Une copie d'écran du logiciel DICOM Works

VIII. Traitement d'image par DICOM :

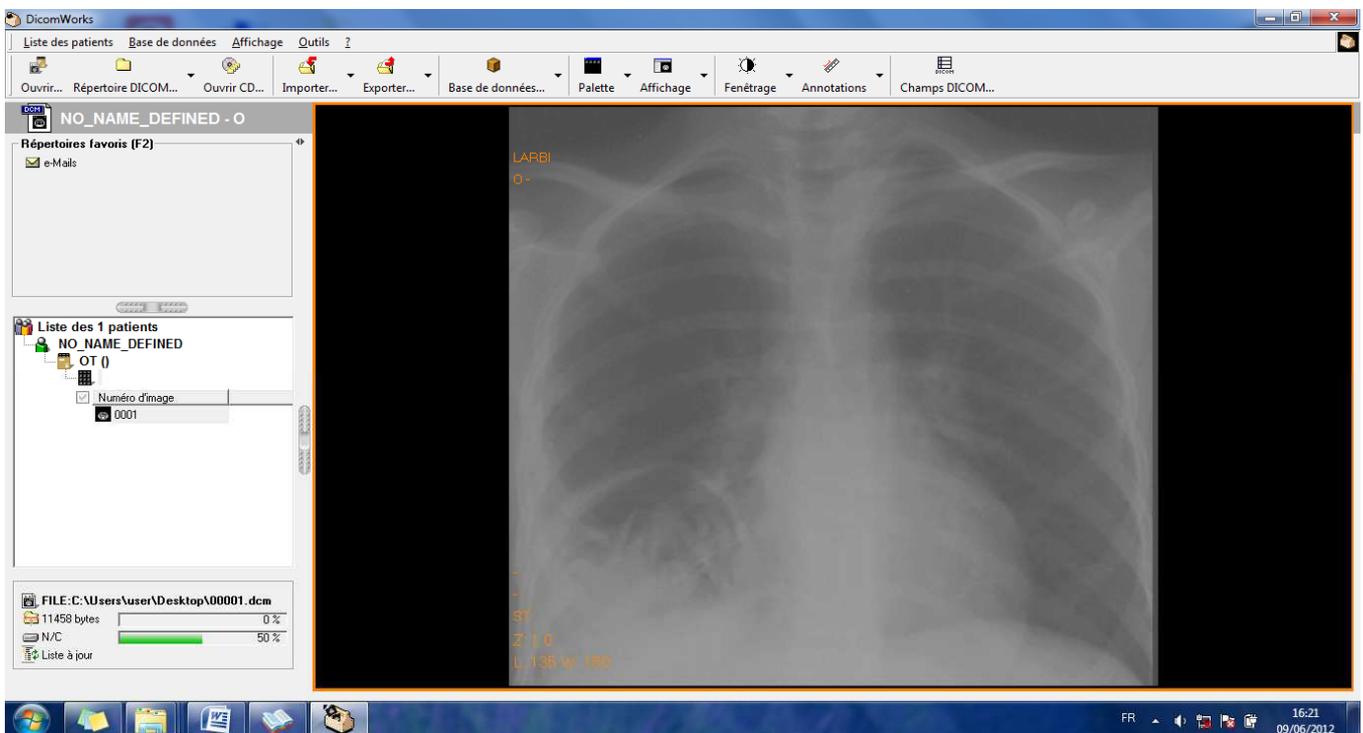
Le traitement d'image en radiographie est essentiellement utilisé pour le but d'avoir une meilleure qualité de visibilité des organes sur l'image et permettre ainsi de lever des indéterminations. Les médecins sont aujourd'hui confrontés à l'utilisation d'ordinateurs pour faire un diagnostic plus complet lors de la suspicion d'une anomalie anatomique sur l'image.

Nous avons utilisé le logiciel DICOM Works afin d'effectuer certains traitements sur des images, chaque fois que cela est nécessaire, une modification de la taille des images, leur mise en gris, la normalisation et l'égalisation des niveaux de gris.

Les principaux traitements réalisés par DICOM sont :

- Changement de niveau de gris (différenciation d'organe de densité proche).
- Changement du contraste et de la luminosité (amélioration de la qualité d'image).
- Inversion de niveau de gris.
- Application de filtre de convolution pour accentuer le contour (laplacien, filtre moyen).
- Application de zoom sur l'image sans déformation.

Les figures suivantes schématisent les différents traitements d'images réalisés par DICOM Works.



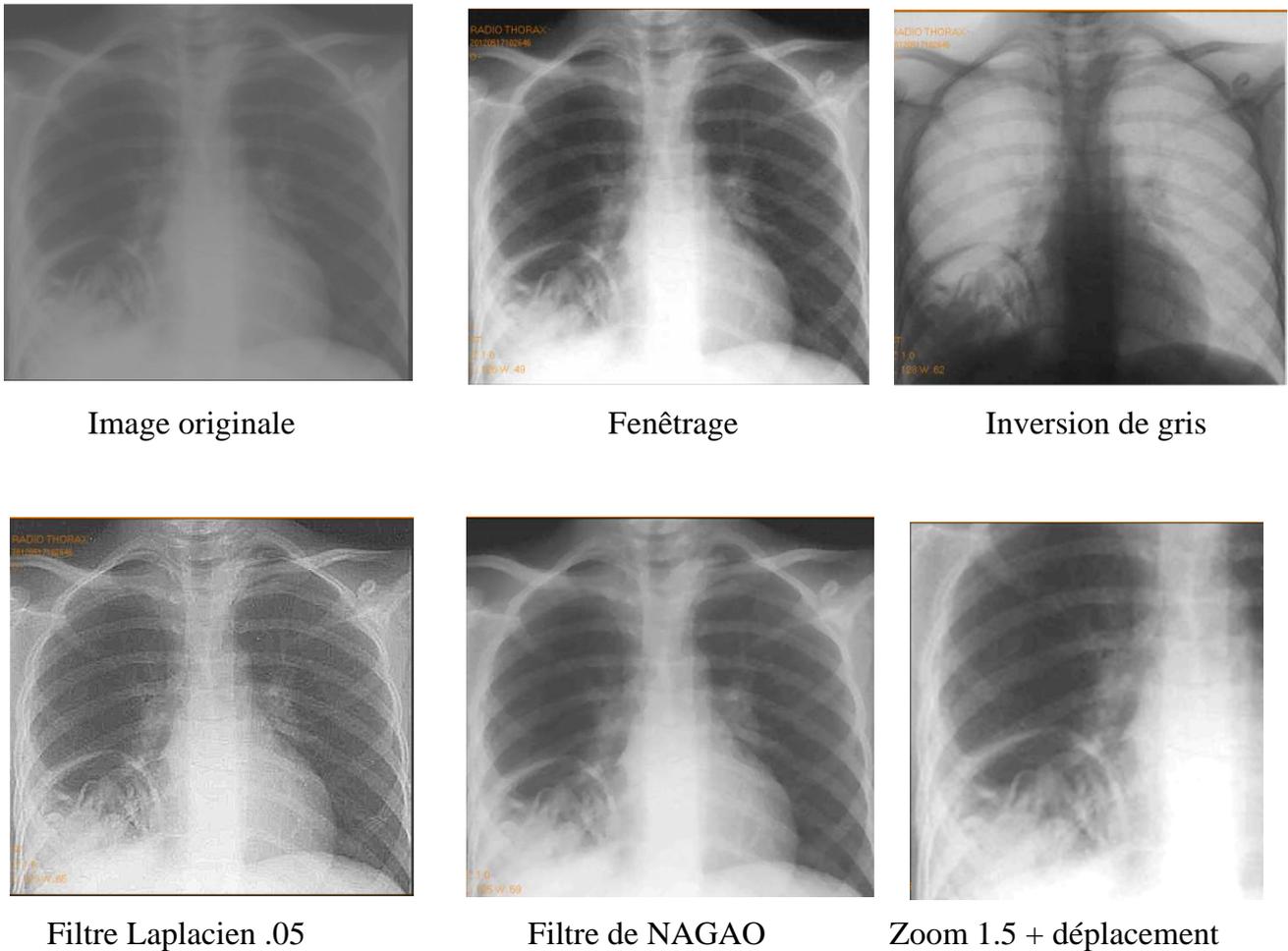


Fig.III.2 Traitement d'image par DICOM

IX. Transfert des images DICOM :

Le transfert d'images DICOM s'appuie sur le protocole TCP/IP, dans un schéma client/serveur où le client et le serveur doivent posséder une ou plusieurs applications pouvant répondre à des services (STORE-SCU ou SCP, MOVE-SCU, FIND-SCU ou SCP).

La connexion entre deux machines est basée sur des sockets et ne peut donc se faire que si l'une d'elle est en attente d'une connexion sur le réseau. Lorsque la connexion est établie, la syntaxe des messages échangés est celle du protocole DICOM.

Le protocole DICOM peut être vu comme un protocole de communication similaire au FTP ou à l'HTTP.

En pratique, pour transférer une image d'une station à une autre, la machine de destination doit être l'hôte d'une application DICOM capable d'établir une connexion TCP/IP, et d'attendre une connexion sur un port particulier. Il s'agit du service STORE-SCP (Store Service Class Provider).

La machine émettrice des images doit héberger une application DICOM capable de se connecter à l'adresse IP de l'hôte en employant le port correct (qui doit être connu à l'avance). Il s'agit du service STORE-SCU. Une fois la connexion établie, la machine émettrice envoie un objet identifiant l'émetteur (A-ASSOCIATE-RQ), incluant son identité d'application (AE Title), et le type d'objet-image qui est censé être transmis par exemple une image scanner non comprimée.

Si cet identifiant n'est pas autorisé par l'administrateur à envoyer des images sur l'hôte, ou si l'hôte n'est pas capable de stocker l'objet-image, un message de rejet (A-ASSOCIATE-RJ), expliquant la raison du refus est retourné. Dans le cas contraire, un message de d'acceptation (AASSOCIATE-AC) est envoyé à l'émetteur, et ce dernier est autorisé à envoyer les données en une série de multiples paquets de données (P-DATA-TF PDU), se finissant par un message signifiant la fin de la transmission (A-RELEASE-RQ) et par une fermeture du canal TCP/IP.

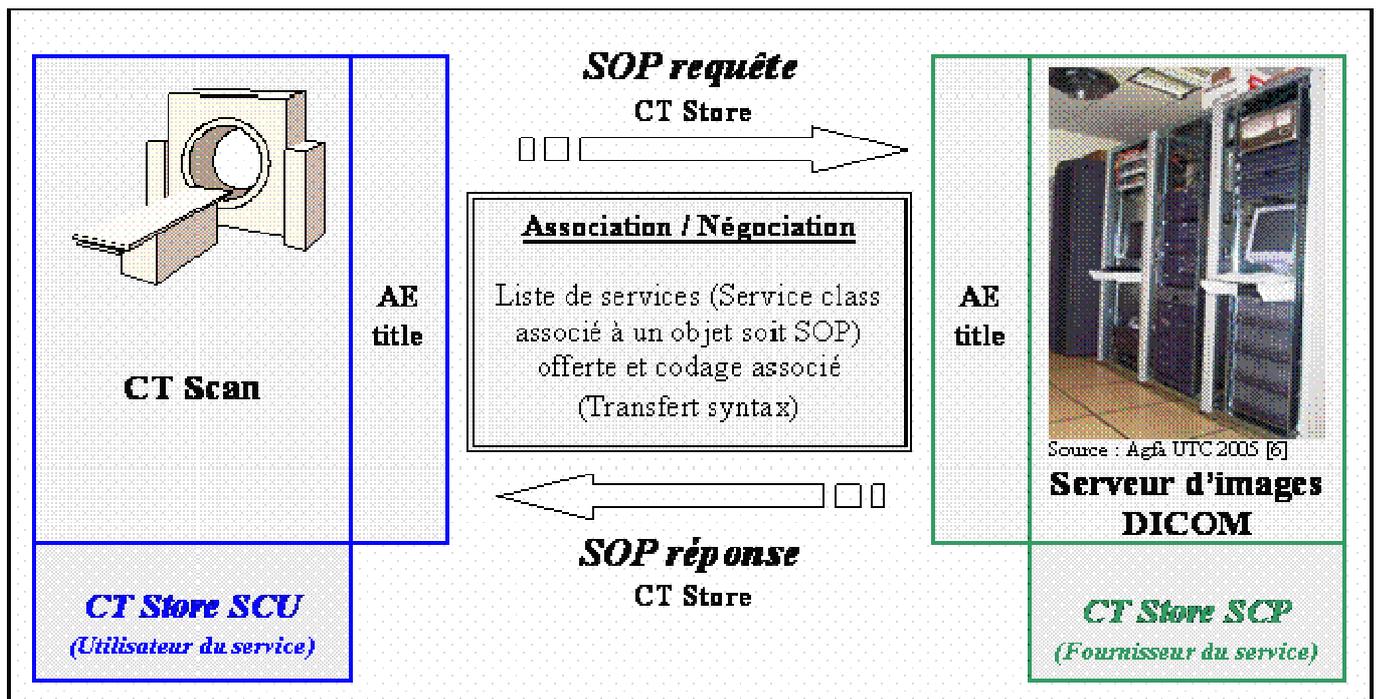


Fig.III.3 Transmission d'images par DICOM

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté le DICOM qui est un standard extensif qui découle d'un besoin pressant de normalisation des données en vue des diversifications grandissantes des équipements médicaux. Il réalise de nombreux services sur les fichiers de données médicales et à partir d'une classe SOP, un ensemble de module y est affecté et chaque module présente une liste d'attributs à définir en fonction des besoins. Ceux-ci constituent des fichiers DICOM. C'est dans l'entête que se trouvent toutes les informations relatives à l'environnement d'obtention des images : Méta informations, Patient, acquisition, image, et d'autres informations.

Parlant du DICOM Works qui est un Logiciel permettant de visualiser, visionner, importer et exporter tout type format d'image DICOM. Il intègre des fonctions d'inédites particulièrement adaptées à la téléradiologie Humanitaire.

CHAPITRE IV :

Transmission numérique de l'information

I. Introduction :

Dans un réseau le transfert des données numériques d'un ordinateur à un autre se pratique couramment. Bien qu'il existe plusieurs protocoles de communication basés sur TCP/IP, FTP (File Transfert Protocol) est certainement le plus utilisé.

Dans ce chapitre nous décrivons les différents modèles de références dans un réseau mais plus particulièrement le protocole TCP/IP basant sur l'acheminement des adresses IP, et leur fonctionnement et par suite nous présentons les applications réalisées dans contexte de transmission de l'information via le protocole TCP/IP.

I.1 Les modèles de référence :

Des efforts de modélisation ont été effectués pour permettre de séparer les différents niveaux de fonctionnalité d'un système de traitement numérique de l'information, plus particulièrement dans le cadre de transmissions réseau. Il existe trois principaux modèles :

- le modèle OSI.
- le modèle TCP/IP, dispose d'une architecture modulaire ressemblant à celle d'OSI. Il est à la base du réseau mondial Internet.
- enfin, le modèle UIT-T3 est né pour satisfaire aux besoins spécifiques des réseaux à haut-débit. Il est plus particulièrement utilisé dans les réseaux de nouvelle génération.

I.2 Le modèle OSI :

L'Open Systems Interconnections Référence Model se compose de sept couches distinctes, et est présenté sur la figure IV.1

Le modèle OSI décrit des niveaux de transmission. Il divise l'ensemble des protocoles en sept couches indépendantes entre lesquelles sont définis deux types de relations : les relations verticales entre les couches d'un même système (interfaces) et les relations horizontales relatives au dialogue entre deux couches de même niveau (les protocoles). Les couches 1, 2, 3 et 4 sont orientées transmission et les couches 5, 6 et 7 sont orientées traitement.

- **Couche application(7)** : gestion des échanges de données entre programmes et services du réseau
- **Couche Présentation(6)** : mise en forme des informations pour les rendre lisibles par les applications

- **La couche Session(5)** : détection du mode de communication à utiliser entre machines et périphériques / Surveillance des connexions
- **La couche Transport(4)** : correction des erreurs de transmission; vérification de l'acheminement
- **La couche Réseau (3)**: identification des machines connectées au réseau
- **La couche Liaison de données(2)** : subdivision des informations en «paquets» pour livraison sur le réseau
- **La couche Physique (1)**: contrôle du support de transmission; circulation de l'information électrique. [16], [3]

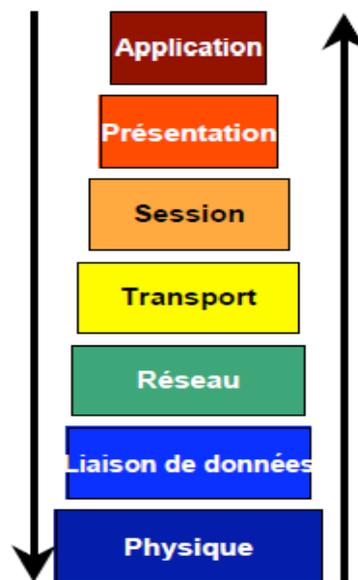


Fig. IV.1 modèle OSI

I.3 La terminologie TCP/IP :

TCP/IP est un langage universel de communication informatique à travers le monde. C'est un protocole de transport, via le réseau internet. Son nom vient des deux principaux protocoles TCP (Transmission Control Protocol) de niveau Transport et IP (Internet Protocol) de niveau Réseau. IP s'occupe d'acheminer un paquet à l'hôte destinataire tandis que TCP et UDP (User Datagram Protocol) assurent la communication de bout en bout entre processus applicatifs.

Le modèle TCP/IP, s'est progressivement imposé comme un modèle de référence en lieu et place du modèle OSI. [19]

1. Le protocole TCP :

TCP (Transmission Control Protocol) est entrain de devenir le service de transport le plus utilisé dans la transmission de données à travers un réseau internet, il dépendra d'un ensemble de protocole appelé ensemble des protocoles TCP/IP, qui gère toutes les informations qui circule à travers l'internet. TCP est donc un protocole en mode connecté qui n'a de sens qu'entre deux points extrémité de réseau. [14]

2. Le protocole IP :

Le Protocole Internet ou IP (Internet Protocol) est la partie la plus fondamentale d'Internet servant à envoyer des données sur Internet, les données à transmettre sont emballer dans un paquet IP. Les paquets IP ne doivent pas être trop importants : la plupart du temps, ils ne peuvent pas contenir toute l'information qu'on voudrait envoyer sur Internet. Il faut donc fractionner l'information en de nombreux paquets IP.

Les paquets IP, outre l'information qu'ils véhiculent, sont constitués d'un en-tête contenant l'adresse IP de l'expéditeur (votre ordinateur) et celle du destinataire (l'ordinateur que vous voulez atteindre), ainsi qu'un nombre de contrôle déterminé par l'information emballée dans le paquet. Ce nombre de contrôle, communément appelé en-tête de total de contrôle, permet au destinataire de savoir si le paquet IP a été abîmé pendant son transport.

3. L'adresse IP :

Une des choses les plus intéressantes du protocole TCP/IP est d'avoir attribué un numéro fixe, comme un numéro de téléphone, à chaque ordinateur connecté sur internet. Ce numéro est appelé l'adresse IP.

Les adresses sont codées sur 32 bits. Ainsi, tout ordinateur sur Internet, par exemple lorsque vous vous connectez par l'entremise de votre fournisseur d'accès, se voit attribuer une adresse de type a. b. c .d (Où a, b, c, d sont des nombres compris entre 0 et 255), par exemple 202.15.170.1 Pour l'ordinateur, cette adresse IP est codée en binaire (4 x 8 bits = 32 bits).

Par exemple, 202 15 170 1 devient 110010100000111110101010 00000001.

I.4 Les modèles OSI et TCP/IP :

Les communications entre systèmes ne sont possibles que si chaque système comprend son destinataire. Il est donc été nécessaire de définir une norme pour permettre à chacun de communiquer avec un réseau existant.

Le modèle OSI peut en effet être décrit comme une architecture réseau à 7 couches tandis que le modèle TCP/IP schématise 4 couches (Figure. IV.2) qui sont :

- La couche d'application

- La couche transport : Permet d'échanger des données indépendamment du réseau utilisé, grâce aux protocoles TCP et UDP.

- La couche internet, ou réseau : Est la pierre angulaire de cette architecture, et permet aux hôtes d'envoyer des paquets élémentaires indépendants les uns des autres, sans se préoccuper des détails concernant leur acheminement vers l'hôte destination;

- La couche d'accès au réseau : Elle regroupe tous les éléments nécessaires pour accéder à un réseau physique. Elle contient en particulier les spécifications concernant la transmission de données sur le réseau physique, tout comme la première couche du modèle OSI. [3], [15]

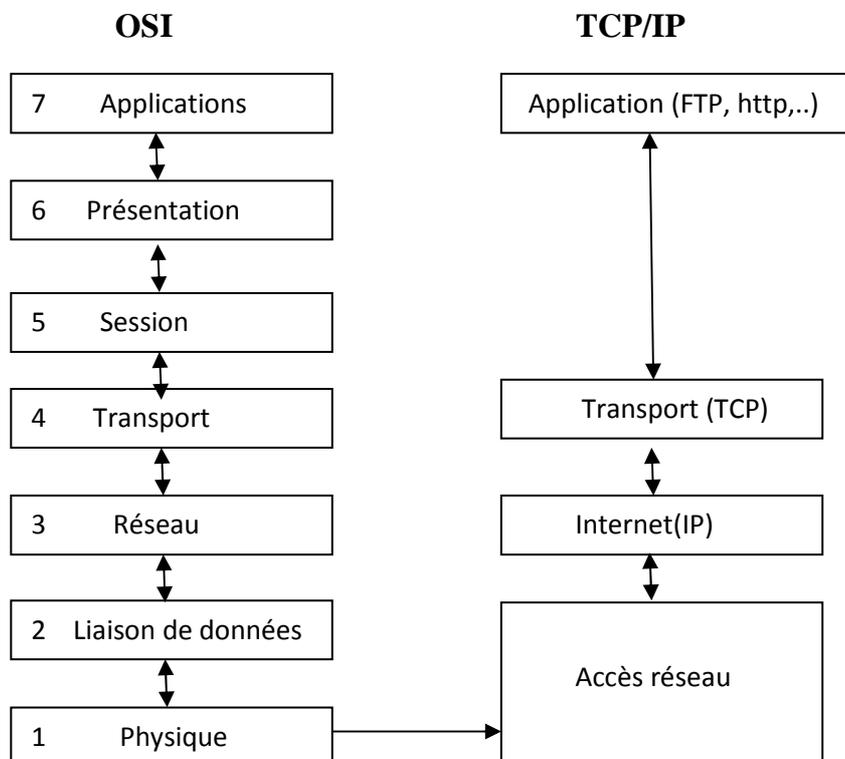


Fig. IV.2 Modèle de référence TCP/IP parallèle avec le modèle OSI

Le rôle de chaque couche est de permettre à la couche supérieure de lui passer des données qui seront émises, ainsi que de transmettre les données de la couche inférieure à la couche supérieure (données reçues).

On voit donc que pour une seule communication entre deux systèmes, il est nécessaire d'utiliser plusieurs protocoles.

I.5 Les protocoles TCP & UDP :

Relativement au protocole IP de la couche réseau, le protocole TCP de la couche transport ont un rôle de fiabilisation des communications entre 2 extrémités. Avec la couche transport, on aborde le domaine des communications de bout en bout indépendantes de l'état du sous-réseau.

Les paquets peuvent être arrivés à destination par des chemins différents et dans le désordre.

Même si l'appellation courante de la modélisation n'a retenu que TCP comme protocole de transport, il existe deux protocoles distincts suivant le type de réseau utilisé.

Le protocole TCP fonctionne en mode connecté et assure un service fiable tandis que le protocole UDP (User Data gram Protocol) assure un service de datagramme en mode non connecté sans aucune garantie de fiabilité. [17]

I.7 Le protocole FTP :

Le FTP (File Transfer Protocol) est un protocole de communication dédié à l'échange de fichiers sur un réseau. , c'est protocole applicatif pour le transfert de fichiers sur internet permettant de charger les fichiers et pages de votre site internet ou à l'inverse de télécharger vos fichiers.

FTP obéit à un modèle client-serveur, c'est-à-dire qu'il comprend deux parties, le client, envoie des requêtes auxquelles réagit l'autre, appelé serveur.

II. INTERFACE UTILISATEUR :

Dans le contexte technique de notre application réseau nous avons effectué des transferts des données en ce qui concerne les transmissions des images et de fichiers avec un programme développé sous Visual Basic basé sur un modèle d'interaction CLIENT / SEVEUR.

Dans le premier cas d'application consiste en une interface sans connexion qui permet à une application d'envoyer à tout moment un message à n'importe quelle destination. Dans chacun de ses messages, l'application émettrice doit en spécifier la destination. A titre d'exemple, UDP (User Datagram Protocol) fournit un transport sans connexion.

Dans la seconde application consiste au transfert des fichiers par le protocole TCP/IP.

Visual Basic fournit plusieurs contrôles permettant le développement d'applications orientées réseaux dans notre application réalisé on a choisis le contrôle winsock ayant pour but la programmation d'applications client-serveur à travers UDP ou TCP.

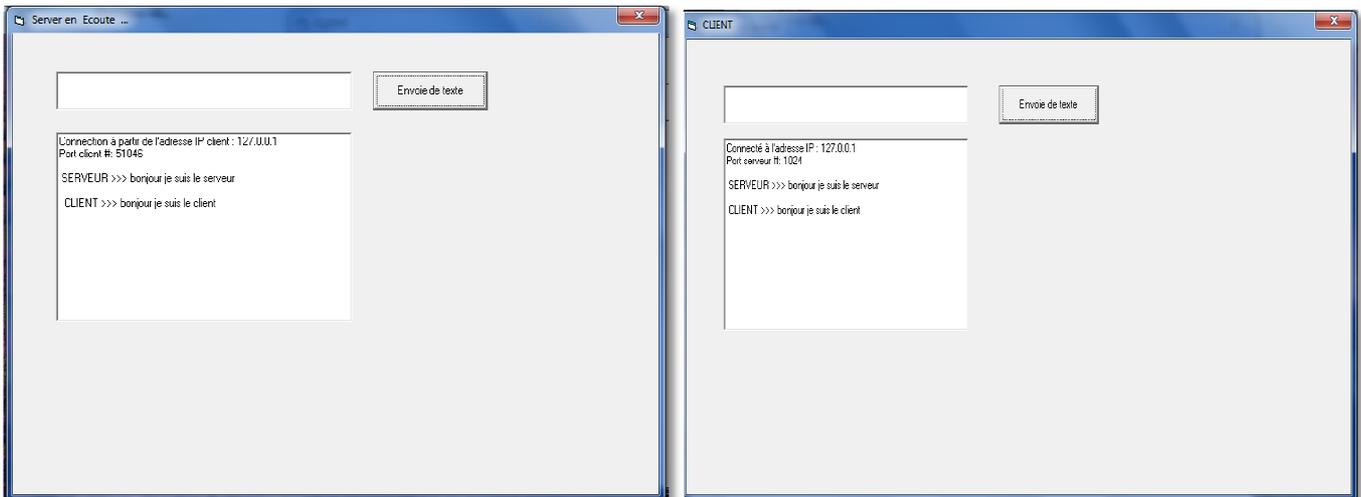
II.1 Le composant Winsock en VB :

Le contrôle Winsock VB de Microsoft permet d'envoyer des datagrammes facilement à un autre ordinateur ou tout autre équipement IP. Ce contrôle ne supporte que deux mode de connexion qui sont TCP et UDP dans notre application nous intéressons au mode non connecté On peut utiliser ce contrôle sous deux formes. La première comme composant "Microsoft Winsock Control 6.0" et la seconde comme référence "% WinDir%\System\mswinsck.ocx".

II.2 Construction d'un client/ serveur TCP :

Pour la construction d'une application client serveur basant sur l'UDP orienté sans connexion, Premièrement, un serveur commence à écouter un port et attend l'arrivée de paquets de données. Un client lui envoie un datagramme en spécifiant l'adresse IP et le port de destination ainsi que la correspondance de retour. Le client utilise LocalPort=le_#_du_port pour spécifier le port sur lequel il attend une réponse, pus communément appelé port source. Quand le serveur reçoit un paquet, il détermine les coordonnées de l'émetteur et peut ainsi lui répondre. Il n'y a pas de session donc pas de fermeture de connexion, cela permet d'effectuer des échanges courts et rapides.

Une recopie d'écran de l'application proposée est présenté sur la figure ci-dessous



II.3 Construction d'un client serveur pour le transfert de fichier :

Afin de pouvoir échanger les données entre les praticiens de la médecine et dans le cadre de notre étude nous avons proposé une application dédiée au transfert des fichiers via le protocole TCP/IP dans une architecture CLIENT/SERVER.

Afin de comprendre le principe de cette application réalisée on a mis un schéma de relation entre client et serveur présenté dans la figure IV.3

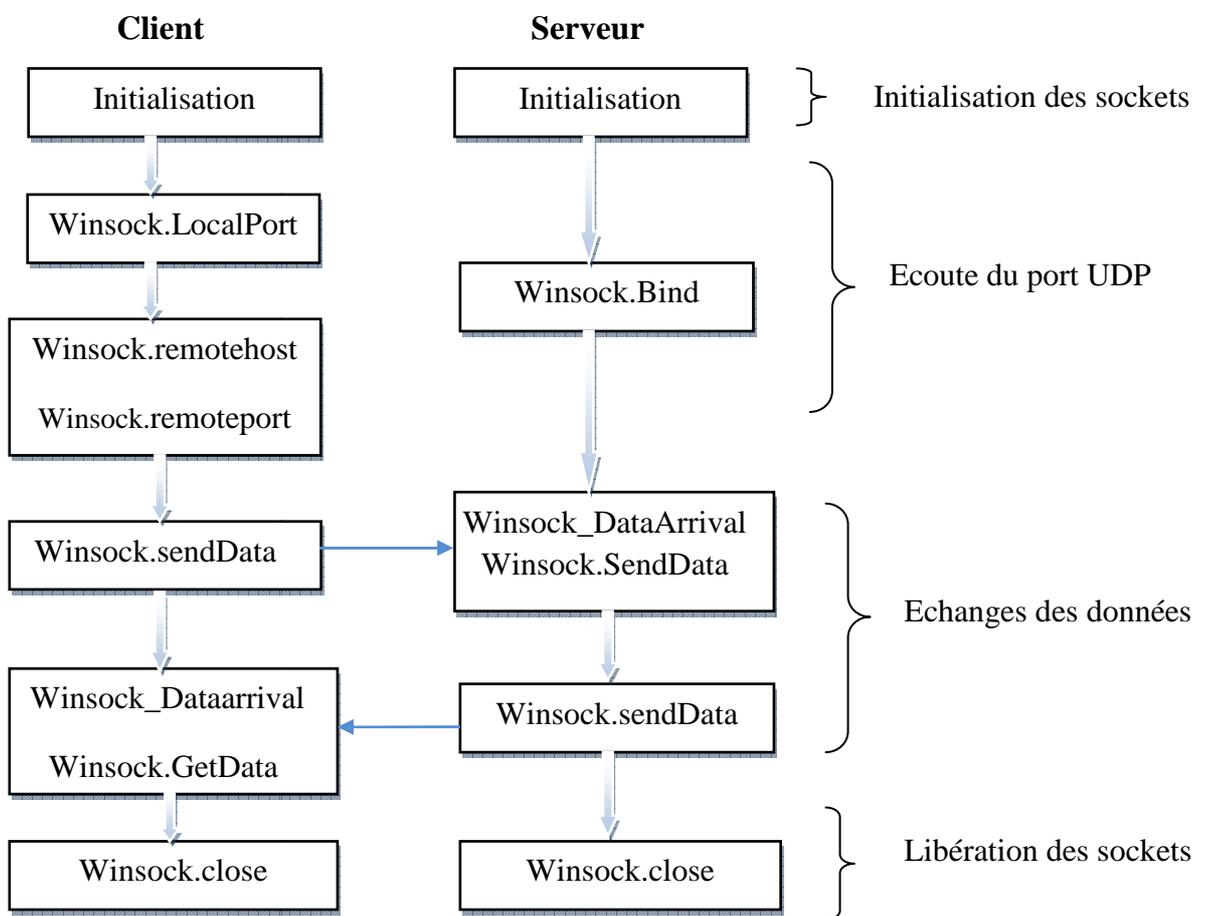


Fig.IV.3 Architecture client/ server TCP/IP

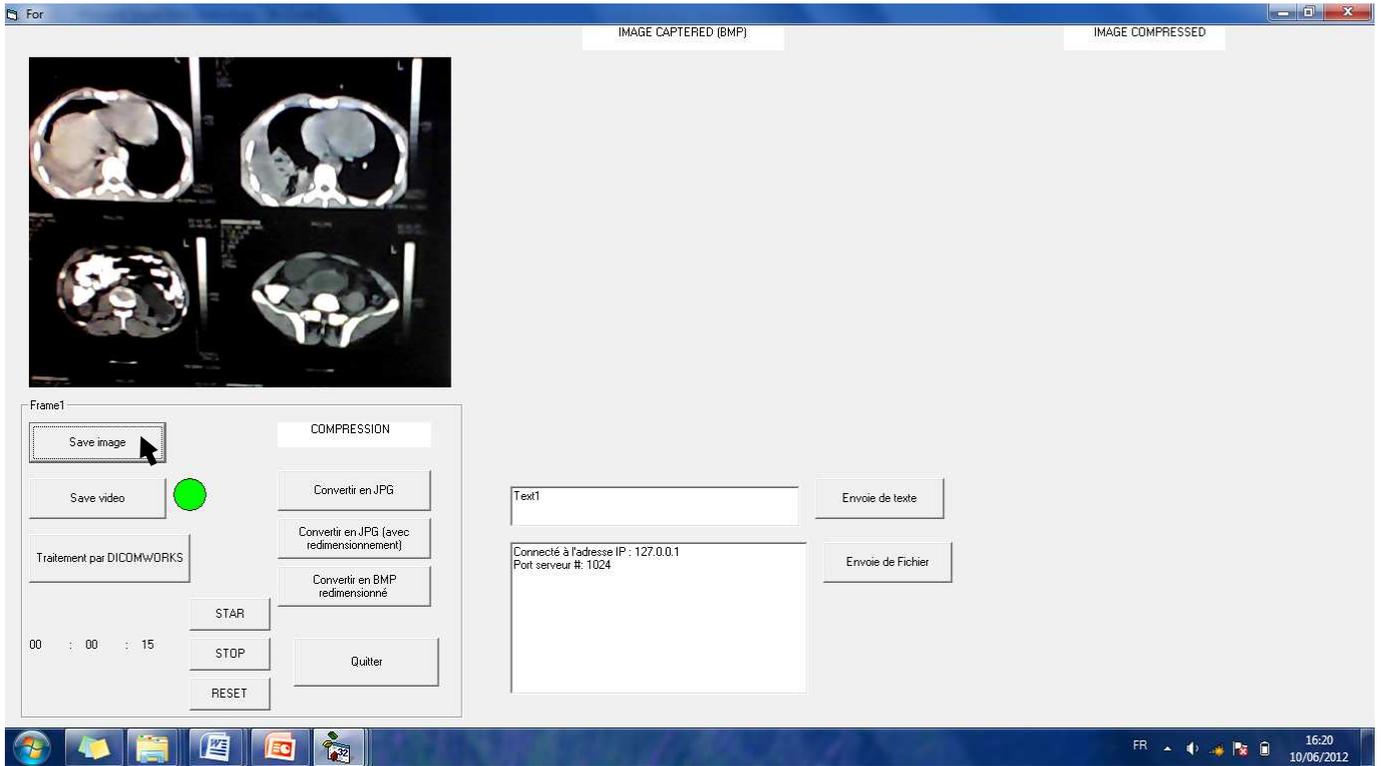
Conclusion

La mise en œuvre d'un réseau en télémédecine permettant la transmission des données dispose de nombreux avantages, citons le transfert des images en vue d'établir une interprétation à distance ou bien d'échanger des comptes rendus afin que le médecin consultant peuvent établir un diagnostic ou une thérapeutique en temps réel et moins de déplacements pour les patients.

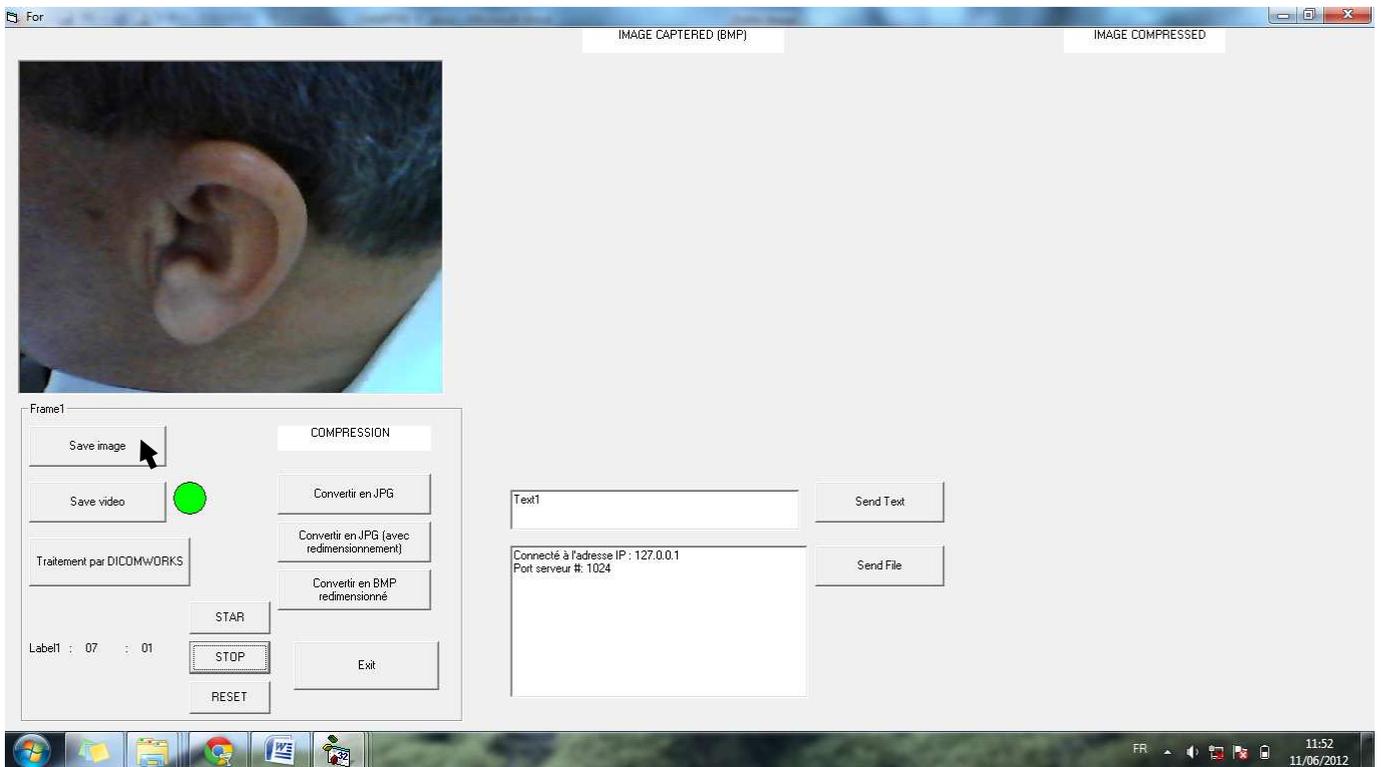
CHAPITRE V :

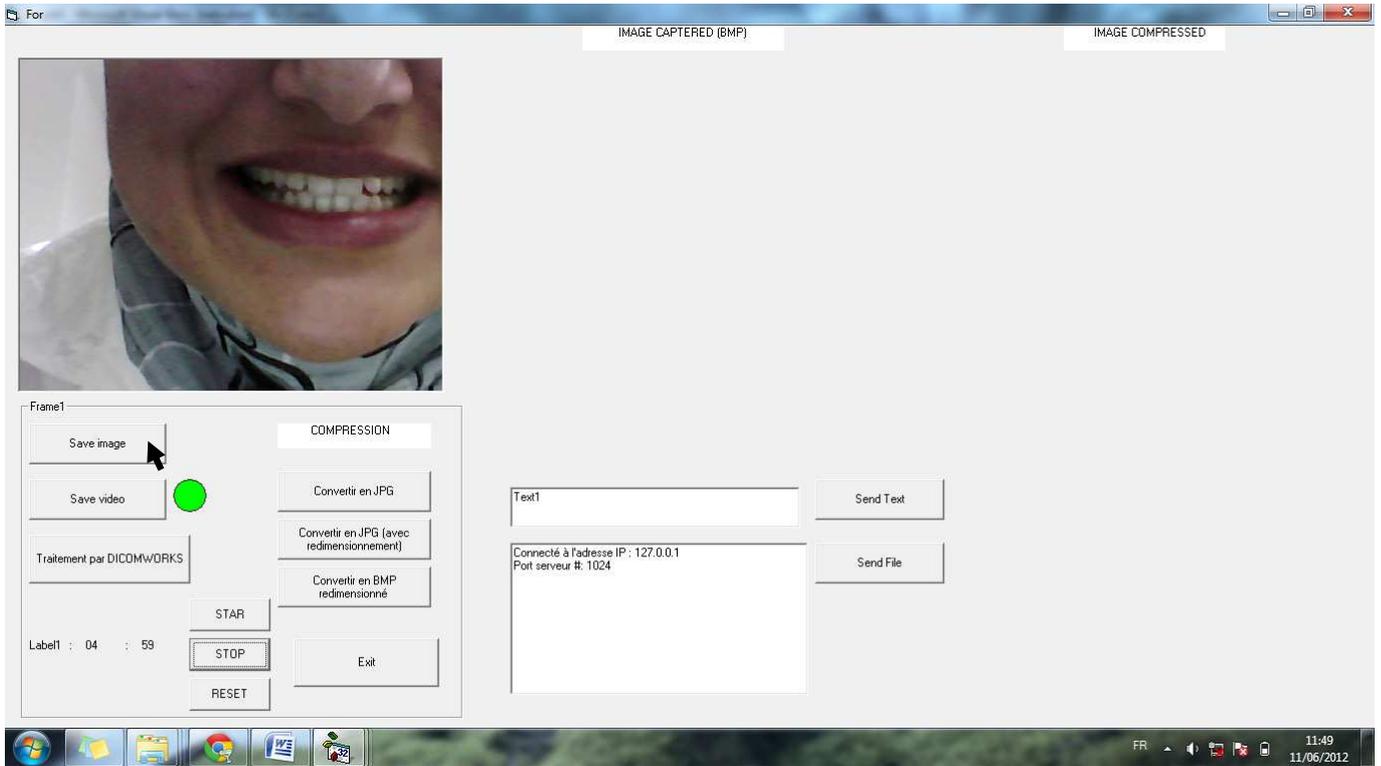
Présentation des résultats
de la plate forme Téléradiologique

1. Numérisation de clichés d'images radiographiques négatoscopes:

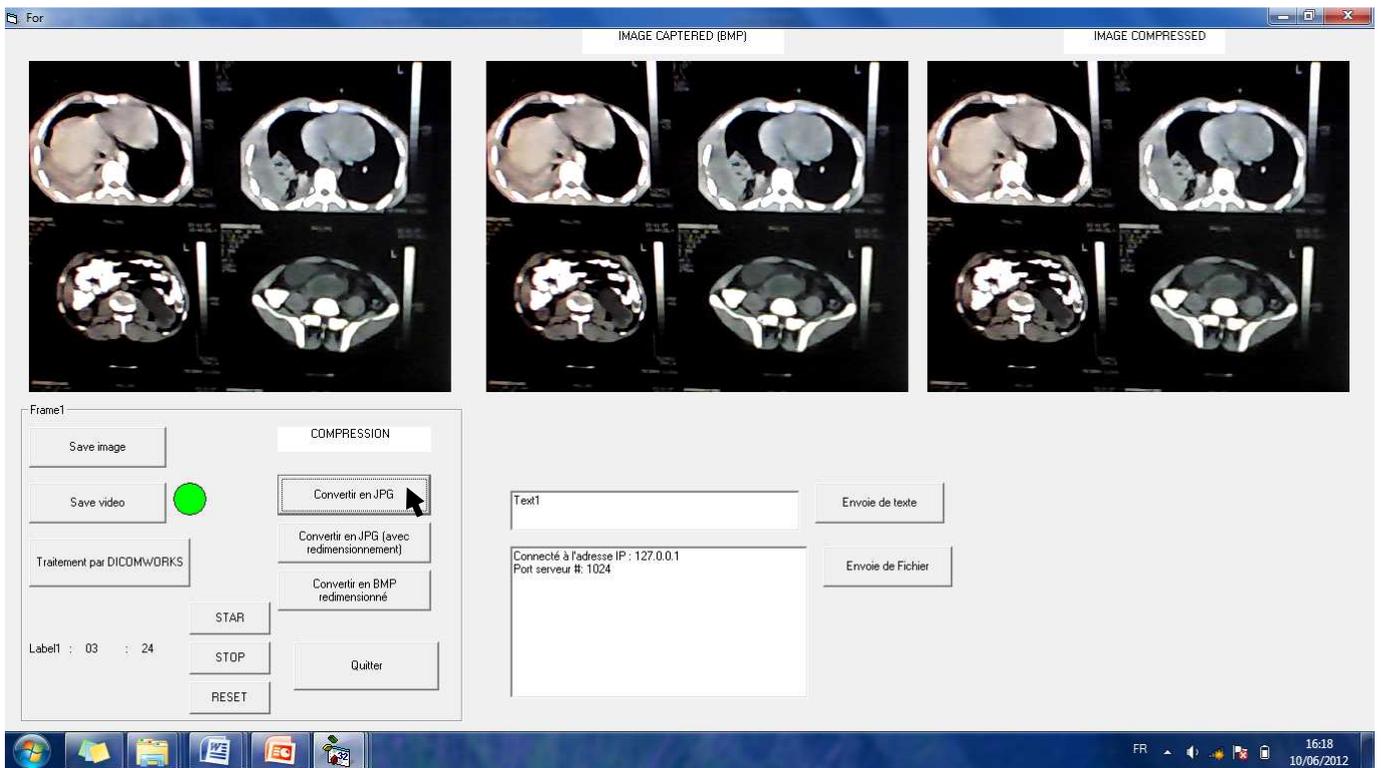


2. La capture vidéo :

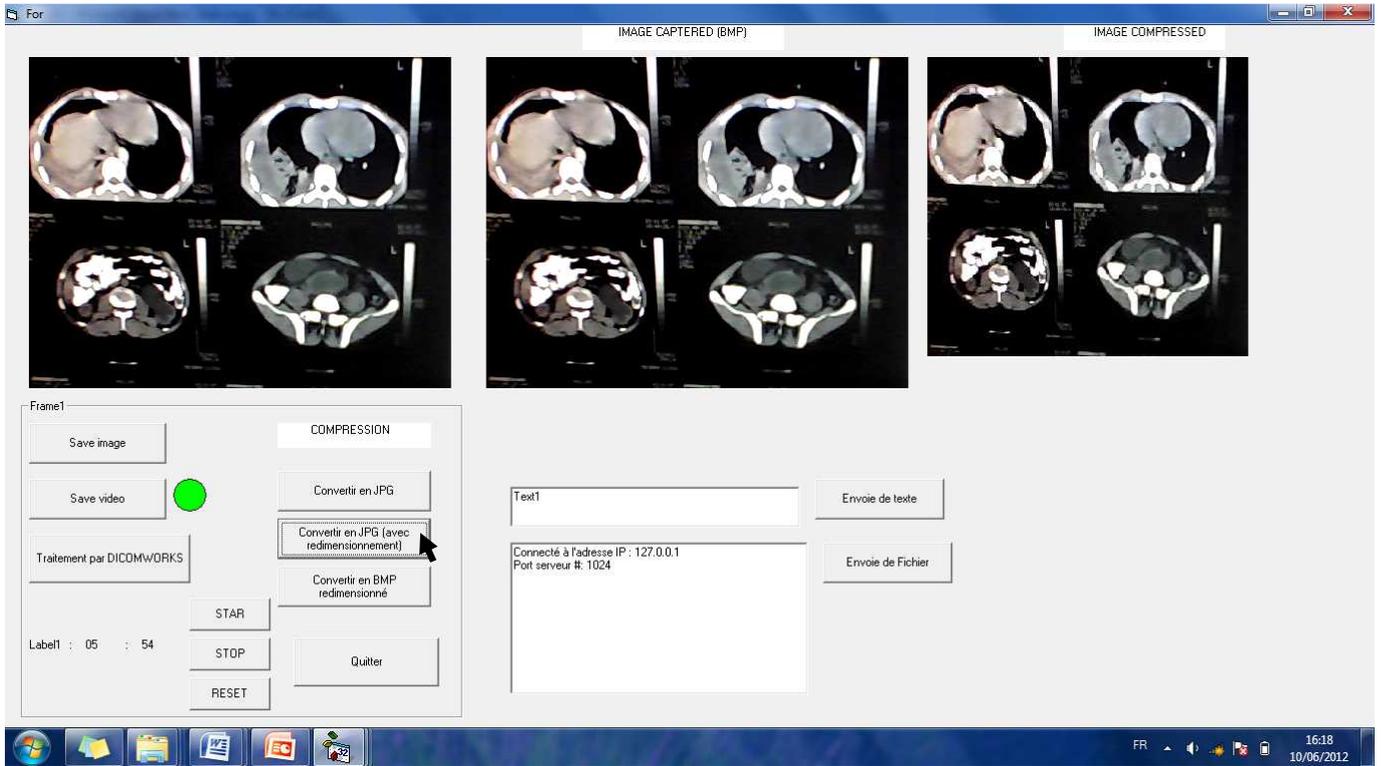




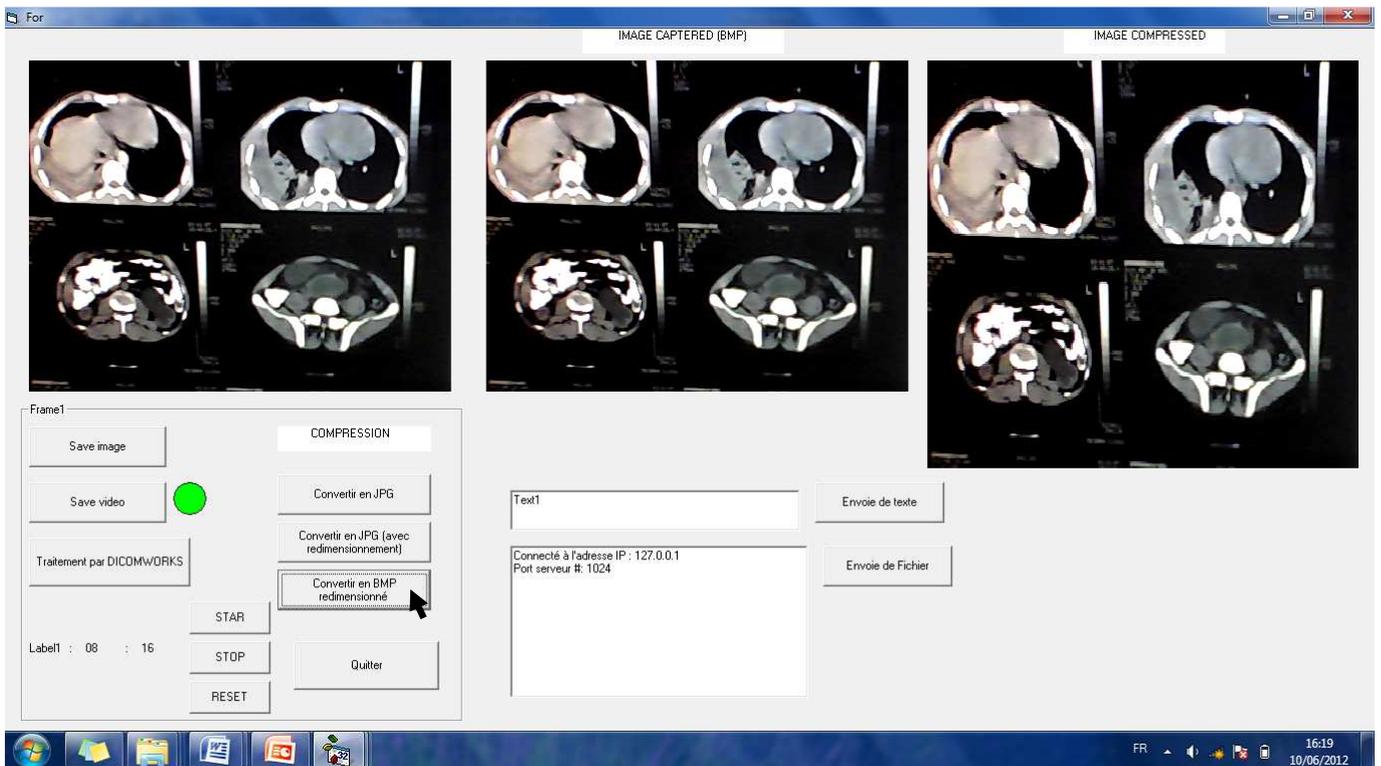
3. La compression d'image BMP2JPG



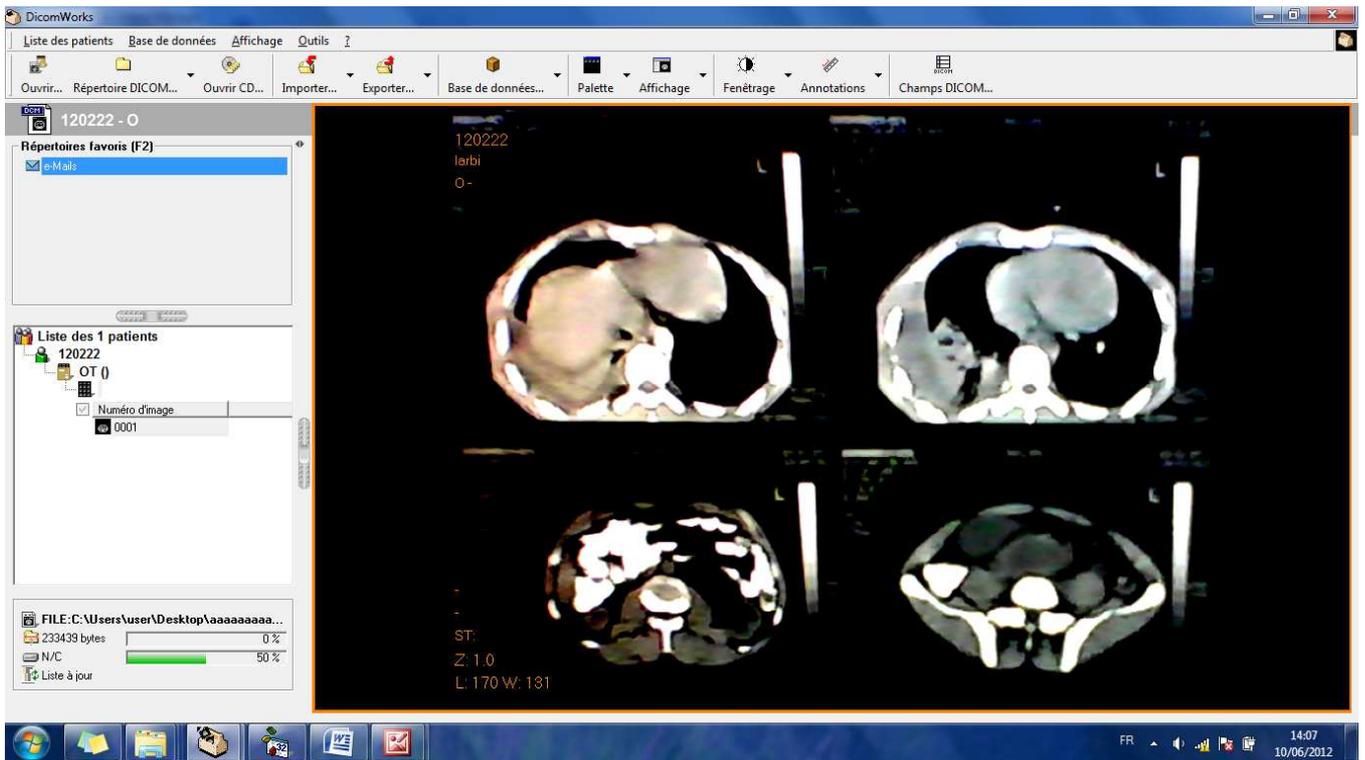
4. La compression d'image BMP2JPG avec redimensionnement :



5. La compression d'image BMP2BMP avec redimensionnement :



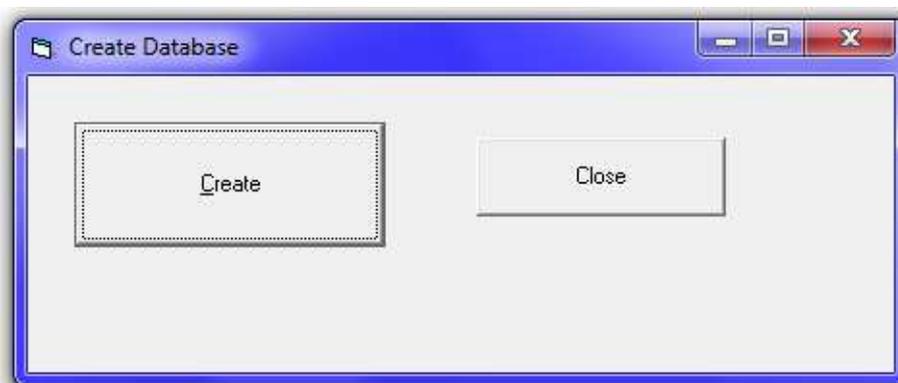
6. Appel au logiciel DICOM

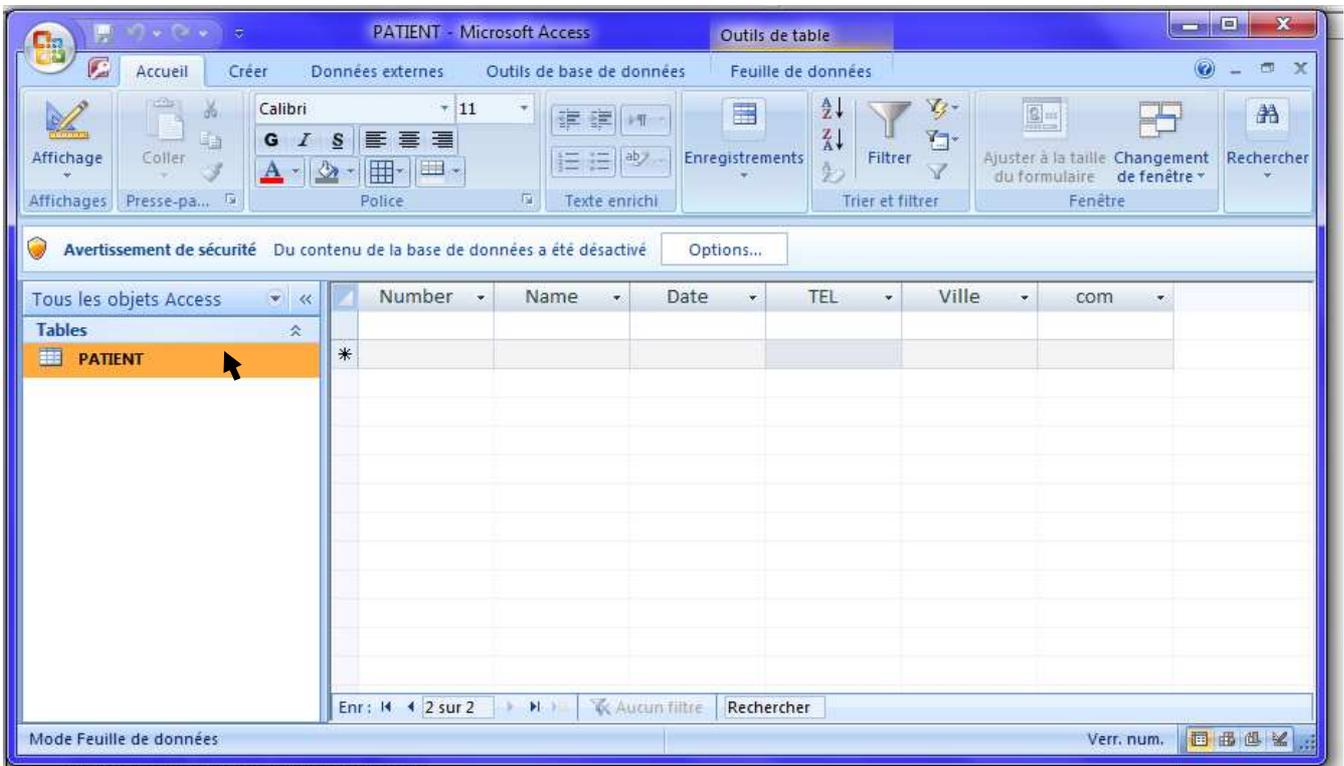
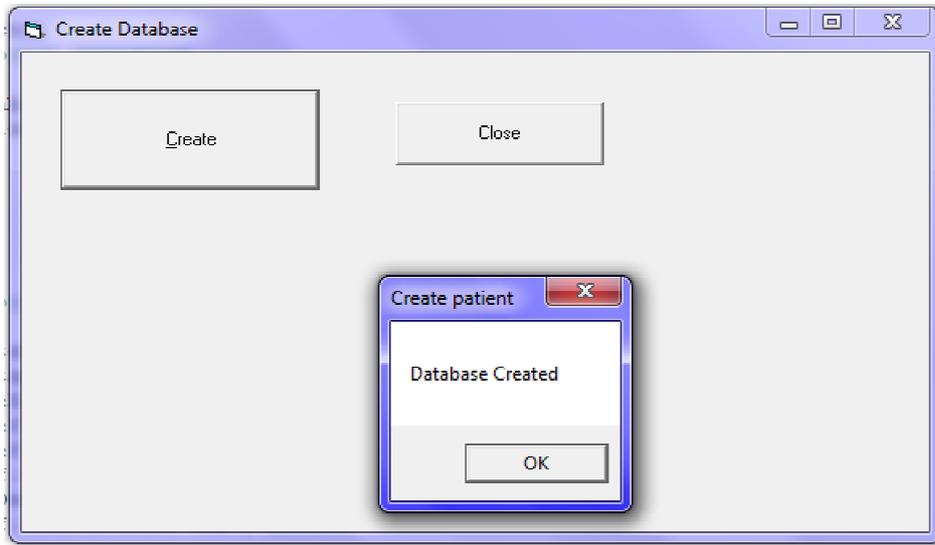


REALISATION DUNE BASE DE DONNEES

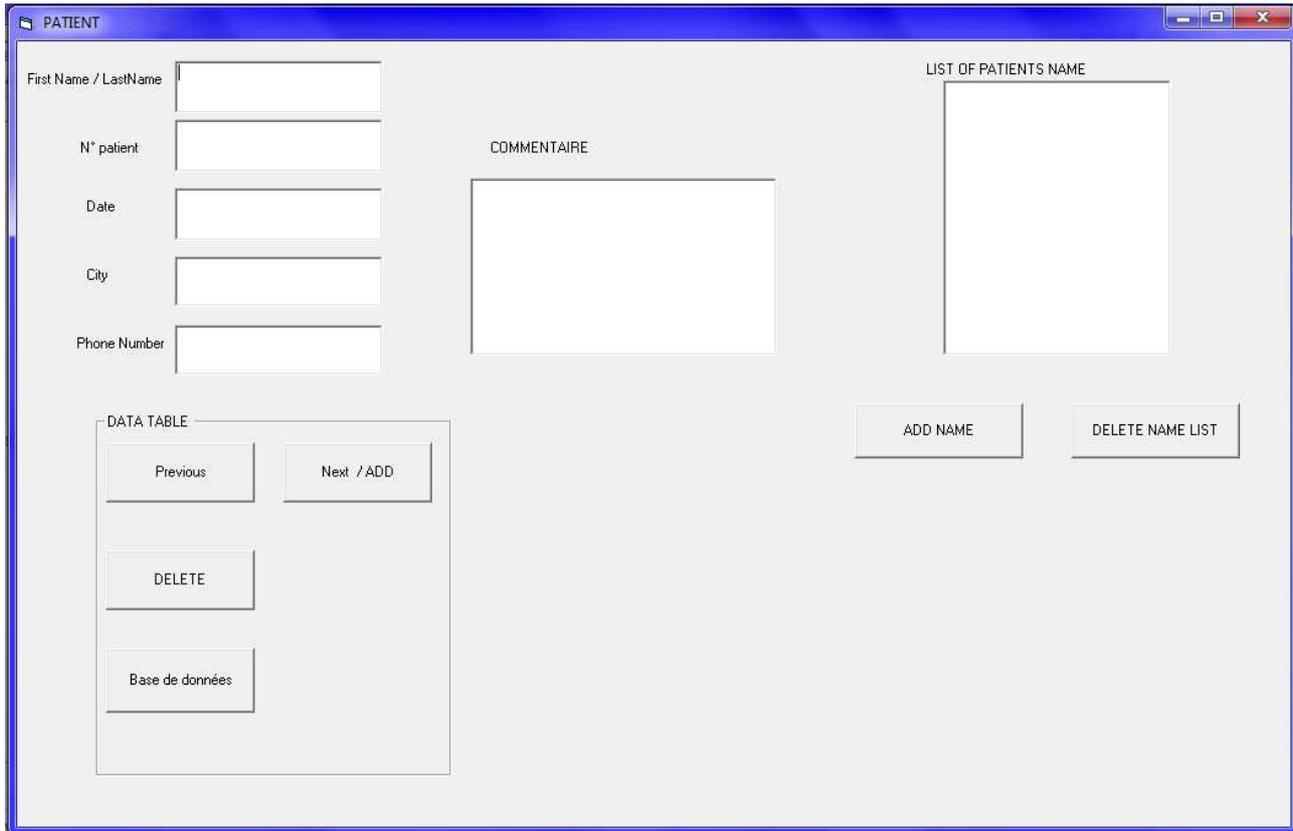
La première phase de notre réalisation de la base de données c'est la création de la base. Après tout une programmation faite sur Visual basic on a pu faire réaliser cette base nous donnant cette interface par les schémas suivant passant par toutes les phases permettant la sauvegarde et le stockage de toute information identifie le patient.

7. Création de la base de données Access

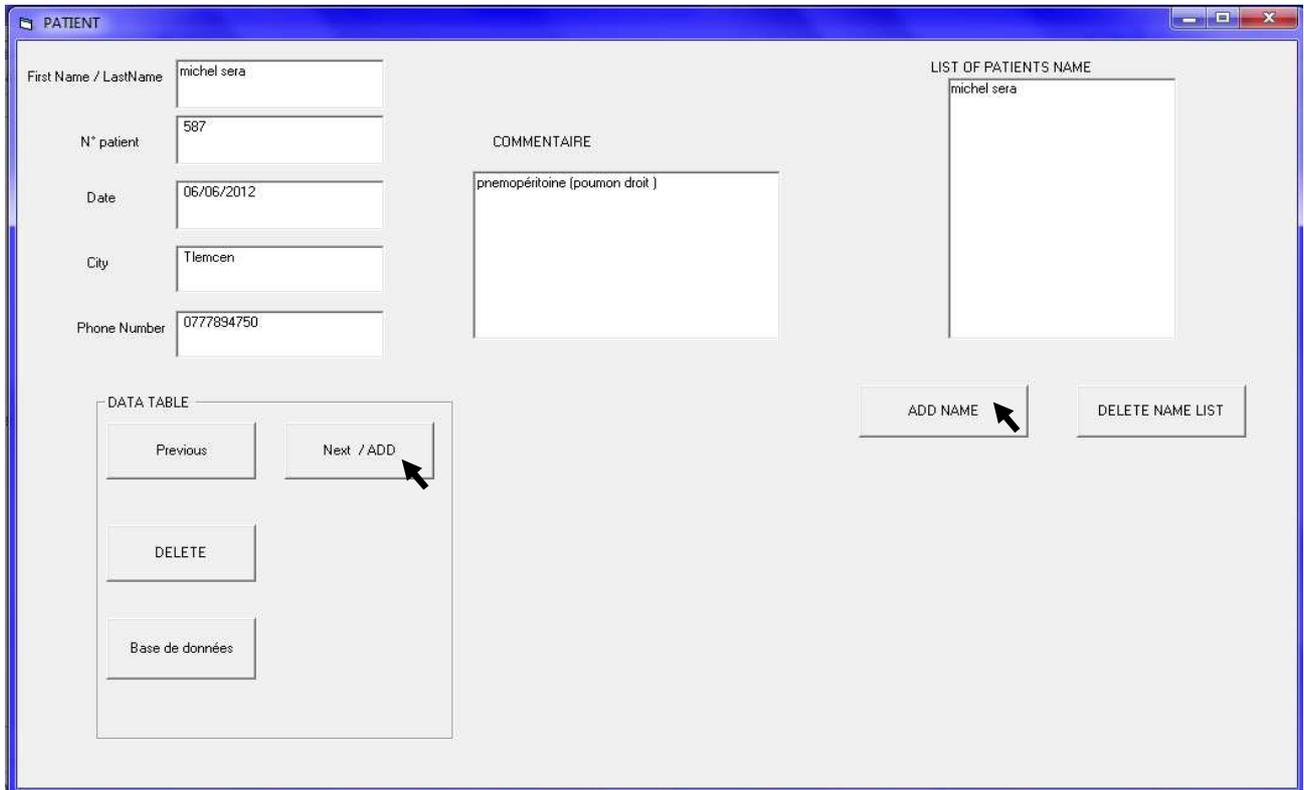




8. Réalisation d'une interface d'accès a la base de données

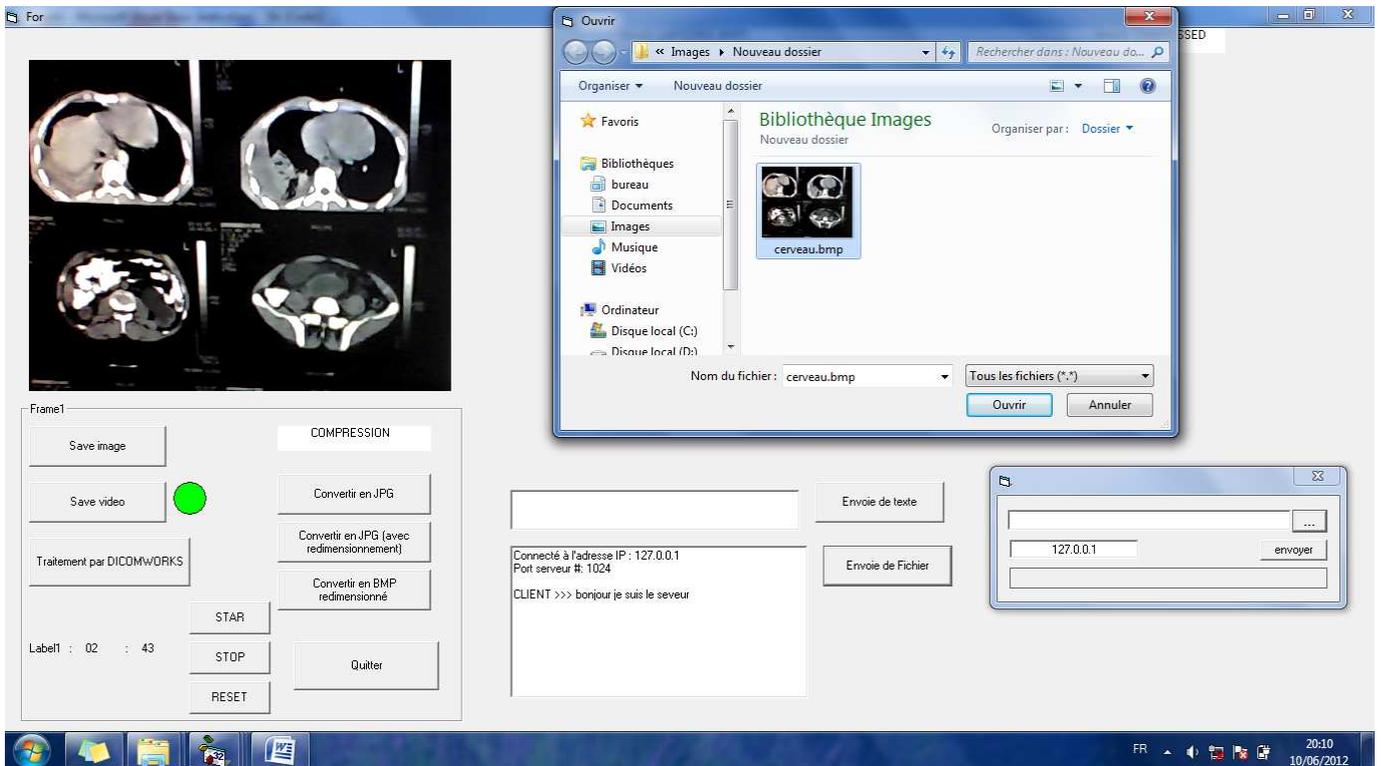
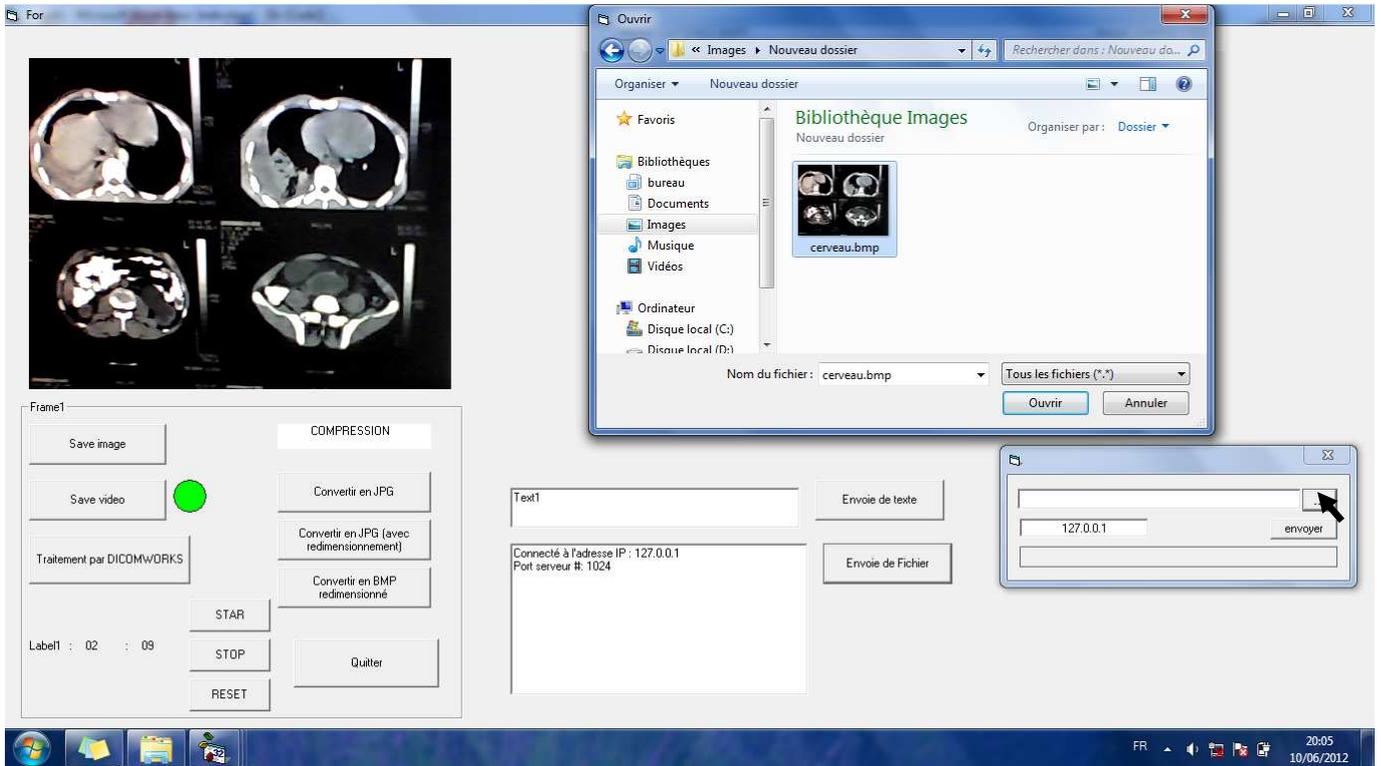


9. Saisis des informations du patient et la sauvegarde des informations dans la base de données :



10. Appel à la base de données :

11. Transfert de fichiers au moyen de l'architecture client /serveur :



CONCLUSION GENERALE

La convergence technologique entre les télécommunications et la micro informatique a donnée naissance aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, ce qui a permis l'essor de la télémédecine.

Dans la famille des applications de la télémédecine, la téléradiologie occupe une place de choix. La téléradiologie possède ses particularités propres liées aux volumes de données à transmettre et aux types d'images envoyées nécessitant la mise en place d'une chaîne d'éléments techniques et humains appelée chaîne de téléradiologie. Il convient que chaque structure hospitalière adapte sa chaîne de téléradiologie à ses conditions socio-économiques et sanitaires tout en respectant des normes standardisées.

Dans notre mémoire nous avons effectué une étude pratique de la téléradiologie passant par différentes applications qui rentrent dans la constitution d'une chaîne Téléradiologique. Ce qui nous a permis d'implémenter une plate forme logicielle sous environnement Visual Basic permettant de prendre en charge les fonctionnalités suivantes :

1. Numérisation des images radiographiques (conventionnelle, TDM, IRM, USG...).
2. Capture videoscopique d'images dynamiques endoscopique, laparoscopique ou exoscopique
Ces deux dernières fonctionnalités ont été implémentées par la mise à contribution de l'API Windows avicap32.dll.
3. Compression d'images au moyen de l'API BMP2JPG.dll
4. Transfert de données (textes, fichiers tout extension) sous protocole TCP/IP selon l'architecture client serveur au moyen du composant Winsock de l'environnement Visual Basic.
5. Appel de l'environnement DICOM en vue d'éventuelles dicomisations d'images radiographiques et de constitution de palette destinée à l'expertise Téléradiologique.
6. Implémentation d'une base de données interactive environnement VB et environnement ACCESS.

Nous espérons pouvoir continuer à développer cette plate forme sur le plan matériel et logiciel car la pratique Téléradiologique qui constitue le domaine de prédilection de la pratique télé médicale présente des perspectives de développement perpétuelles.

TABLE DES FIGURES

Chapitre I :	Pages :
Fig. I.1 La chaîne télé-médicale.....	03
Fig. I.2 Topologie en bus	09
Fig. I.3 Topologie en anneau	09
Fig. I.4 Topologie en étoile	09
Fig. I.5 Les canaux ADSL	13
Fig. I.6 Représentation d'une Connexion Internet: les équipements de la chaîne ADSL	14
Fig. I.7. Utilisation de la bande passante par DMT	16
Fig. I.8 Multiplexage fréquentiel de trois canaux téléphonique	18
Fig. I.9 Multiplexage des fréquences en ADSL	18
Fig. I.10 Séparation du téléphone et des données chez l'utilisateur en ADSL	18
Fig. I.11 Constellation pour un codage de ligne a 2-cap et 64-cap	20
Fig. I.12 Constellation MAQ-16 ET MAQ-64.	21
Fig. I.13 Constellation de la modulation d'amplitude a M états	22
Fig. I.14 Modulation d'amplitude MDA_4 Symétrique	22
Fig. I.15 Constellation des symboles en modulation de phase MDP-M	24
Fig. I.16 Constellation de la modulation de phase MDP-2	25
Fig. I.17 Chronogramme de la modulation de phase MDP-2	25
 Chapitre II :	
Fig. II.1 Principe d'une acquisition CT-scan	31
Fig. II.2 Images du cerveau obtenu à partir d'une séquence d'acquisition IRM.....	31
Fig. II.3 Exemple d'une échographie de foie	32
Fig. II.4 Organigramme représentant les étapes de la compression JPEG	43
Fig. II.5 Les variantes RLE	47
Fig. II.6 Schéma L'arbre de Huffman	48

Fig. II.7 compression d'une coupe IRM	50
Fig. II.8 Organisation d'une base de données	53
Fig. II.9 la structure d'une base de données sous Visual Basic.....	54
Fig. II.10 Interface d'utilisateur	57

Chapitre III :

Fig. III.1 une Copie d'écran de DICOM Works 1.3.5	63
Fig. III.2 Traitement d'image par DICOM.....	65
Fig. III.3 Transmission d'images par DICOM	67

Chapitre IV :

Fig. IV.1 modèle OSI	69
Fig. IV.2 Modèle de référence TCP/IP parallèle avec le modèle OSI	71
Fig. IV.3 Architecture client/ server TCP/IP.....	74

LES TABLEAUX

Chapitre I :

Tab. I.1 Le tableau de synthèse	13
Tab. I.2 Le tableau de constellation MDA a M états	22

Chapitre II :

Tab. II.1 Exemple des DLL de Windows	39
--	----

Chapitre III :

Tab. III.1 Les UID obligatoire dans un fichier DICOM	60
Tab. III.2 les principales classes de service	61

Bibliographie

- [1]: AGU Fabrice & BERLIN Elodie & PICARDAT Nicolas, « **Nouvelles Technologies-ADSL**», (2003)
- [2]: Patrice KADIONIK & Philippe GOOLD. « **Les technologies xDSL**», (2000).
- [3]: Gérald ARNOULD. « **Etude et Conception d'Architectures Haut-Débit pour la Modulation et la Démodulation Numériques** » thèse de doctorat, université Paul Verlaine
(soutenue le 8 décembre 2006).
- [4]: C. Broillet & F. Dutoit, « **Simulation d'une modulation-démodulation ADSL**», (2000).
- [5]: HERVE Steve & PETAS Vincent & BOUZON Elodie, « **Nouvelles Technologies Réseaux -ADSL-**».
- [6]: Patrice KADIONIK, « **Bases de transmissions numériques**», (2000).
- [7]: Marie-Hélène Coste & Véronique Simon, « **Voyage au cœur des réseaux d'imagerie médicale**», (2008).
- [8]: Philippe PUECH, « **Téléradiologie**», (2006).
- [9]: GAMA DOS SANTOS Melissa & GALLINA Thomas & PAGÈS Clément.
« **La compression des images numérique**».
- [10]: Chahid KHICHANE. « **Access xp étape par étape créer une base de données** », édition el maarifa '.
- [11]: Richard GRIN, « **Introduction aux bases de données**», Université de Nice Sophia Antipolis (2000).
- [13]: John Clark Craig & Jeff Webb, « **Microsoft Visual Basic Developer's Workshop** », (2008)
- [14]: Kris Jamsa & Ken Cope, « **Programmation internet**», Edition publishing France (1996).
- [15]: David TILLOY, « **Introduction aux Réseaux TCP/IP**», d.tilloy@nnx.com.
NEURONNEXION
- [16]: Yannick Prié. « **Architecture client/serveur** », (2007/2008).
- [17]: Philippe Latu, « **Transmission de l'information & protocoles Internet**», (2004-2005).

[18]: « **An Introduction to TCP/IP** », Printed in U.S.A. ©2001 Z-World Inc.

[19] : André Aoun, Université Paul Sabatier (Toulouse III), (2002)

[20]: SERKAN Seda, « **Introduction à la norme DICOM et l'extension DICOM-RT** », (2004)

Sites Internet

www.fichier-dll.fr/definition-dll.php, « **Définition DLL & fonctionnement d'un fichier DLL** »

<http://www.exood4.com/tutorials/articles/windows/TestDLL.zip>

[philippe.latu\(at\)linux-france.org](mailto:philippe.latu@linux-france.org), « **Programmation Windows Création et utilisation d'une DLL** »

Résumé

La maîtrise des dépenses de santé a favorisé ces dernières années l'émergence d'un nouveau concept de la pratique médicale : la télémédecine, cette pratique médicale à distance, relance l'expansion de l'hospitalisation à domicile, longtemps marginalisée.

Dans le cadre de ce mémoire nous avons implémenté une plate forme dédiée à la pratique Téléradiologique qui constitue le domaine de prédilection de la télémédecine. Cette plate forme élaborée sous environnement Visual Basic met à profit un certain nombre d'API du système d'exploitation Windows, notamment l'API avicap32.dll et l'API BMP2JPG ainsi que le composant Winsock, le protocole TCP/IP et l'architecture client serveur pour :

- la numérisation des images radiographiques.
- la compression des images.
- le transfert via les réseaux telemédicaux.
- leur archivage dans une base de données.
- leur dicomisation par l'appel du logiciel DICOM qui permet en outre la constitution de palettes destinées à l'expertise Téléradiologique.

Abstract

The mastery of dependences of health favours these last years the emergence of a new concept of the medical practice: the telemedicine. This practice medical remotely, revival the expansion of the home medical care, a long time marginalized.

Within the framework of this memory we implemented a punt forms dedicated to the Téléradiologic practice which constitutes the field of predilection of the telemedicine. This punt forms elaborate under environment Visual BASIC makes profitable some number of API of the operating system Windows, in particular the API avicap32.dll and the API BMP2JPG as well as the Winsock component, protocol TCP/IP and architecture customer waiter for:

- The digitalization of the radiographic images.
- The compression of the images.
- The transfer via the telemedical networks.
- Their filing in a data base.

- Their dicomisation by the call of the software DICOM which allows moreover the constitution of palette intended for the Teleradiologic expertise.